



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,
Canales y Puertos.*
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

Trabajo realizado por:
Arturo Díaz San Emeterio

Dirigido:
Luis Manuel Acebes Escudero

Titulación:
**Máster Universitario en
Ingeniería de Caminos, Canales y
Puertos**

Santander, Junio de 2018

TRABAJO FINAL DE MASTER

RESUMEN

TÍTULO: GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

AUTOR: ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO

DIRECTOR: LUIS MANUEL ACEBES ESCUDERO

CONVOCATORIA: JUNIO 2018

PALABRAS CLAVE: CONSTRUCCIÓN, GESTIÓN, OBRA, CARRETERA, VARIANTE, MOVIMIENTO DE TIERRAS, MURO, ESTRUCTURA, PUENTE, BÓVEDA, DRENAJE, FIRMES, MAQUINARIA, PRODUCCIÓN, PRECIOS, COSTES, PRESUPUESTO

El presente documento recoge el estudio desde el punto de vista de la gestión del proyecto “Variante este de Comillas” que reemplazará al tramo actual de la CA-135 que atraviesa la población de Comillas, realizando la conexión entre la CA-135 y la carretera costera CA-131. El proyecto fue redactado por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria.

En el trabajo se ha desarrollado la memoria constructiva detallando los procedimientos constructivos más importantes de los existentes en la ejecución de la obra y la interrelación de los mismo; se ha elaborado la planificación de la obra teniendo en cuenta los rendimientos aplicables a las principales unidades de obra; para finalizar con un estudio económico con el cual obtener el coste de construcción real de la obra objeto del estudio y con el que poder analizar los resultados y desarrollar conclusiones de actuación.

La carretera objeto del proyecto discurre por zonas rurales de los municipios de Comillas y Ruiloba. Se ubica próxima a la costa y con una orientación general Norte-Sur; en general sigue el curso del arroyo Gandarilla, que desemboca en el mar Cantábrico.

El proyecto incluye glorietas para las conexiones de inicio y final de la variante (esta última conecta con la CA-131).

Dentro de la ejecución de las obras destaca la ejecución de diversas estructuras, así como el movimiento de tierras y la ejecución de los firmes. Concluyendo con

actuaciones complementarios como el drenaje, la señalización, la iluminación, el cerramiento del tramo y la restauración paisajística.

Las estructuras a ejecutar se pueden clasificar en diversas tipologías entre las cuales se encuentran los muros, los puentes y las bóvedas.

Se construirán tres muros, cada uno con su propia tipología, según avanzamos con el trazado, el primero que se encuentra (entre los P.K. 0+550 y 0+730) es un muro de escollera, su misión es limitar la superficie ocupada y no afectar a la urbanización existente en esta zona. A partir del P.K. 1+410 hasta la glorieta final y en el interior de esta misma, van proyectados muros vegetados a fin de no afectar al cauce del río Gandarilla. Sobre la explanada que se crea gracias al muro vegetado y a partir del P.K. 1+510 hasta el final se ejecutará un muro de hormigón en masa para evitar afecciones al camino existente y a los yacimientos arqueológicos de la zona.

Se construirán dos puentes. El primero se sitúa sobre el arroyo Gandarilla en el P.K. 0+790, de 55 metros de longitud de tablero en dos vanos, su tablero es una solución mixta de cajón metálico con losa superior de hormigón armado y losa inferior en la zona de pila. Los demás elementos estructurales del puente serán una pila intermedia, los estribos y unos muros de escamas prefabricadas en los accesos a los estribos. El segundo puente se sitúa en el P.K. 1+175 y su misión es la de salvar la vaguada, tiene la misma tipología de tablero, pero en este caso el mismo tiene una longitud de 90 metros repartidos en tres vanos de 25, 40 y 25 metros; tiene dos pilas intermedias y los estribos.

En el final de la traza, para dar forma a la glorieta, se ubicarán las dos bóvedas, la situada al Norte será una ampliación de la actual y la ejecutada en el Sur será de nueva planta.

Con el trabajo desarrollado se ha determinado que el plazo de ejecución de esta obra será de 14 meses, reduciendo el mismo en 4 meses, ya que en la fase de proyecto se ha considerado un plazo de 18 meses. Los trabajos más importantes en el mismo serán el movimiento de tierras y la ejecución de las diferentes estructuras, en concreto las bóvedas y los puentes, para finalizar con los firmes y con los diversos acabados que una obra de esta índole necesita.



En una primera estimación económica basada en los rendimientos de ejecución y los costes de las diferentes unidades de obra, desde el punto de vista económico sólo se podría ofertar una baja del 1%, lo que dista mucho del 30-35% de baja con la que se adjudican las obras en esta administración, esto supondría aceptar un riesgo muy grande en la oferta económica para conseguir el contrato, siendo 15-20 puntos un valor aceptable para el riesgo.

Por ello se han propuesto una serie de consideraciones para realizar una oferta más competitiva desde el punto de vista económico sin sacrificar en ningún caso la calidad técnica de la obra, llegándose con estas consideraciones a conseguir una baja del 9%, lo cual supondría acudir a la oferta con un riesgo de 20-25%, valores altos pero aceptables.

ABSTRACT

TITLE: PROJECT MANAGEMENT. COMILLAS'S EAST BYPASS

AUTHOR: ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO

DIRECTED BY: LUIS MANUEL ACEBES ESCUDERO

CALL: JUNE 2018

KEYWORDS: CONSTRUCTION, MANAGEMENT, WORKS, ROAD, BYPASS ROAD, EARTHWORKS, WALL, STRUCTURE, BRIDGE, VAULT, DRAINAGE, PAVEMENTS, MACHINERY, EQUIPMENT, PRODUCTION, PRICES, COSTS, BUDGET.

This document includes the study of the "Comillas's East Bypass" from the point of view of the management. This bypass will replace the current section of the CA-135 that runs through the town of Comillas, connecting the regional roads CA-135 and CA-131. The project was elaborated by the Department of Public Works and Housing of the Government of Cantabria.

In this report, the constructive memory has been developed detailing the most relevant constructive procedures for the execution of the works and the interrelation of them; the planning of the works has been prepared taking into account the yields applicable to the main work units; and in the last part an economic study has been carried out in order to obtain the cost of real construction of the works to analyze the results and develop conclusions of action.

The road under the project runs through rural areas of the municipalities of Comillas and Ruiloba. It is located close to the coast and with a general North-South orientation; in general it follows the course of the Gandarilla river, which flows into the Cantabrian sea.

The project includes roundabouts for the start and end connections of the variant (the latter connects with the CA-131).

Some of the main point in the execution of the works, are the execution of various structures, as well as the earthworks and the execution of the pavements. Concluding with complementary actions such as drainage, safety signage, lighting, the enclosure of the section and landscape restoration.

The structures to be executed can be classified into different types, among which are the walls, bridges and vaults.

Three walls will be built, each of a different typology, as we move forward with the route. The first one that is between the kilometer 0 + 550 and 0 + 730 is a rockfill wall, its mission is to limit the surface occupied and not affect the existing urbanization in this area. From kilometer 1 + 410 until the final roundabout and within it, there are projected green retained walls in order not to affect the course of the Gandarilla river. On the road platform that is created thanks to the green retained wall and from kilometer 1 + 510 until the end, a mass concrete wall will be executed in mass to avoid affections to the existing road and to the archaeological sites in the area.

Two bridges will be built. The first is located on the Gandarilla river in the kilometer 0 + 790, 55 meters long board in two spans, its board is a composite bridge of metal box with upper reinforcement concrete slab and lower slab in the area of the pier. The other structural elements of the bridge will be an intermediate pile, the abutments and mechanically stabilised earth in the accesses to the abutments. The second bridge is located at kilometer 1 + 175 and its mission is to save the trough, has the same type of board, but in this case it has a length of 90 meters divided into three spans of 25, 40 and 25 meters; It has two intermediate piers and abutments.

At the end of the route, to give shape to the roundabout, the two vaults will be located, the one located to the North will be an extension of the current one and the one executed in the South will be a new plant.

With the work carried out, it has been determined that the term of execution of this work will be of 14 months, reducing by 4 months, the original planned construction period. The most important works in the same will be the earthworks and the execution of the different structures, in particular the vaults and the bridges, to finish with the pavements and with the diverse finishes that a work of this nature needs.

In a first budget estimate based on the execution yields and the costs of the different work units, from the economic point of view only a 1% decrease could be offered, which is far from the 30-35% low with the that the works are awarded in this administration, this would mean accepting a very large risk in the economic offer to get the contract, with 15-20 points being an acceptable value for the risk.



For this reason, a series of considerations have been proposed to make a more competitive offer from the economic point of view without reducing the technical quality of the works in any case, achieving a 9% decrease, which would mean going to the offer with a risk of 20-25%, high but acceptable values.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN.....	17
1.1.	Descripción del trabajo.....	18
1.2.	Descripción del proyecto de estudio.....	19
2.	MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	22
2.1.	CAPÍTULO 1: EXPLANACIONES.....	23
2.1.1.	Esquema de actuación e imputación de costes y tiempos a las diferentes unidades en el movimiento de tierras.....	23
2.1.2.	Servicios afectados.....	23
2.1.3.	Vertederos.....	24
2.1.4.	SUBCAPÍTULO 1.1: TRABAJOS PRELIMINARES.....	26
2.1.4.1.	Replanteo.....	26
2.1.4.2.	Desbroce del terreno.....	26
2.1.4.3.	Demolición por fragmentación mecánica.....	27
2.1.4.4.	Demolición de firme mediante fresado en frío.....	28
2.1.4.5.	Tala de árbol con extracción de tocón y poda selectiva.....	29
2.1.4.6.	Retirada de elementos de señalización vertical, farola y postes.....	30
2.1.4.7.	Retirada de barrera de seguridad.....	30
2.1.4.8.	Plazo de ejecución de los trabajos preliminares.....	31
2.1.5.	SUBCAPÍTULO 1.2: EXCAVACIONES.....	31
2.1.5.1.	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con explosivos.....	31
2.1.5.2.	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con martillo hidráulico acoplado a retroexcavadora.....	33
2.1.5.3.	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en tierras y tránsito.....	34
2.1.5.4.	Excavación especial de taludes en roca.....	35
2.1.5.5.	Plazo de ejecución de las excavaciones.....	35
2.1.6.	SUBCAPÍTULO 1.3: RELLENOS.....	36
2.1.6.1.	Relleno en terraplén y/o pedraplén con materiales procedentes de la excavación y/o cantera.....	36
2.1.6.2.	Escollera en base de asiento de obras de fábrica.....	38
2.1.6.3.	Plazo de ejecución de los rellenos.....	39
2.1.7.	Plazo de ejecución de las explanaciones.....	39
2.2.	CAPÍTULO 2: MUROS.....	40
2.2.1.	SUBCAPÍTULO 2.1: MUROS VEGETADOS.....	40
2.2.1.1.	Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160.....	44



2.2.1.2.	Lámina drenante.....	45
2.2.1.3.	Muro vegetado.....	45
2.2.1.4.	Plazo de ejecución de los muros vegetados.....	46
2.2.2.	SUBCAPÍTULO 2.2: MUROS DE ESCOLLERA.....	46
2.2.2.1.	Relleno localizado de material drenante.....	47
2.2.2.2.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	48
2.2.2.3.	Muro de escollera.	48
2.2.2.4.	Hormigón en relleno de huecos de escollera.	49
2.2.2.5.	Plazo de ejecución del muro de escollera.....	49
2.2.3.	SUBCAPÍTULO 2.3: MUROS DE HORMIGÓN EN MASA.....	50
2.2.3.1.	Excavación en zanjas y pozos.	51
2.2.3.2.	Relleno localizado de material drenante.....	52
2.2.3.3.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	52
2.2.3.4.	Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido.....	52
2.2.3.5.	Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	53
2.2.3.6.	Encofrado recto.....	54
2.2.3.7.	Chapado de piedra con mampuesto careado de espesor no inferior a 10 cm.	54
2.2.3.8.	Plazo de ejecución del muro de hormigón en masa.....	55
2.2.4.	Plazo de ejecución de los muros.....	56
2.3.	CAPÍTULO 3: ESTRUCTURAS.....	57
2.3.1.	SUBCAPÍTULO 3.1: ESTRUCTURA 1 (PUENTE SOBRE ARROYO GANDARILLA), (P.K. 0+790).....	67
2.3.1.1.	Proceso de ejecución.	71
2.3.1.2.	Subcapítulo 3.1.1: Estribos y muros.....	72
2.3.1.2.1.	Excavación en zanjas y pozos.....	77
2.3.1.2.2.	Relleno localizado.....	77
2.3.1.2.3.	Tubo dren de 160 mm de diámetro.....	78
2.3.1.2.4.	Lámina drenante.....	78
2.3.1.2.5.	Acero B 500 S en barras corrugadas.....	78
2.3.1.2.6.	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	79
2.3.1.2.7.	Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	79



2.3.1.2.8.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	79
2.3.1.2.9.	Hormigón HM-20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	79
2.3.1.2.10.	Muro de escamas prefabricadas de hormigón.	80
2.3.1.2.11.	Relleno para trasdós de muro de escamas prefabricadas de hormigón.	80
2.3.1.2.12.	Encofrado recto.	81
2.3.1.2.13.	Encofrado recto con madera machihembrada.	81
2.3.1.2.14.	Encofrado curvo con madera machihembrada.	81
2.3.1.2.15.	Encofrado perdido.	81
2.3.1.2.16.	Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.	82
2.3.1.2.17.	Plazo de ejecución de los estribos y los muros.	82
2.3.1.3.	Subcapítulo 3.1.2: Pila.	84
2.3.1.3.1.	Excavación en zanja y pozos.	86
2.3.1.3.2.	Relleno localizado.	87
2.3.1.3.3.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	87
2.3.1.3.4.	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	87
2.3.1.3.5.	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	87
2.3.1.3.6.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	88
2.3.1.3.7.	Encofrado recto.	88
2.3.1.3.8.	Encofrado visto para alzados de pilas con madera machihembrada.	88
2.3.1.3.9.	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable.	88
2.3.1.3.10.	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.	89
2.3.1.3.11.	Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	89
2.3.1.3.12.	Traslado a obra y montaje de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares.	90
2.3.1.3.13.	Traslado a obra de equipo de auscultación.	90
2.3.1.3.14.	Plazo de ejecución de la pila.	90
2.3.1.4.	Subcapítulo 3.1.3: Tablero.	91
2.3.1.4.1.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	96
2.3.1.4.2.	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central y puesto en obra mediante bombeo.	96
2.3.1.4.3.	Acero S-275-J2-G3 en estructura de acero.	97



2.3.1.4.4.	Acero S-355-J2-G1-W en estructura de acero.....	97
2.3.1.4.5.	Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta.	97
2.3.1.4.6.	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	98
2.3.1.4.7.	Apoyo de neopreno zunchado.....	98
2.3.1.4.8.	Plazo de ejecución del tablero.....	98
2.3.1.5.	Subcapítulo 3.1.4: Acabados.	99
2.3.1.5.1.	Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm.	99
2.3.1.5.2.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.	99
2.3.1.5.3.	Acera baldosada de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor de estructura.	100
2.3.1.5.4.	Junta de neopreno armado con 70 mm de movimiento máximo permitido.	100
2.3.1.5.5.	Prueba de carga estática para la estructura de carreta E-1 en el P.K. 0+790.	100
2.3.1.5.6.	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.	101
2.3.1.5.7.	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.....	101
2.3.1.5.8.	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.	101
2.3.1.5.9.	Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente.	102
2.3.1.5.10.	Plazo de ejecución de los acabados.	102
2.3.1.6.	Plazo de ejecución de la estructura.....	102
2.3.2.	SUBCAPÍTULO 3.2: ESTRUCTURA 2 (PUENTE SOBRE VAGUADA (P.K. 1+175)).:	102
2.3.2.1.	Proceso de ejecución.	106
2.3.2.2.	Subcapítulo 3.2.1: Estribos.....	108
2.3.2.2.1.	Excavación en zanja y pozos.	108
2.3.2.2.2.	Relleno localizado.....	108
2.3.2.2.3.	Tubo dren de 160 mm de diámetro.....	109
2.3.2.2.4.	Lámina drenante.....	109
2.3.2.2.5.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	109
2.3.2.2.6.	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	109
2.3.2.2.7.	Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	110
2.3.2.2.8.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	110



2.3.2.2.9.	Encofrado recto.....	110
2.3.2.2.10.	Encofrado recto con madera machihembrada.....	110
2.3.2.2.11.	Encofrado curvo con madera machihembrada.....	111
2.3.2.2.12.	Encofrado perdido.....	111
2.3.2.2.13.	Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.....	111
2.3.2.2.14.	Plazo de ejecución de los estribos.....	111
2.3.2.3.	Pilas.	113
2.3.2.3.1.	Excavación en zanja y pozos.	113
2.3.2.3.2.	Relleno localizado.....	113
2.3.2.3.3.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	114
2.3.2.3.4.	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	114
2.3.2.3.5.	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	114
2.3.2.3.6.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	114
2.3.2.3.7.	Encofrado recto.....	115
2.3.2.3.8.	Encofrado visto para alzados de pilar con madera machihembrada.	115
2.3.2.3.9.	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable.	115
2.3.2.3.10.	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.	115
2.3.2.3.11.	Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.	116
2.3.2.3.12.	Traslado entre tajos de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares.	116
2.3.2.3.13.	Plazo de ejecución de las pilas.....	116
2.3.2.4.	Tablero.....	117
2.3.2.4.1.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	121
2.3.2.4.2.	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central y puesto en obra mediante bombeo.....	121
2.3.2.4.3.	Acero S-275-J2-G3 en estructura de acero.	122
2.3.2.4.4.	Acero S-355-J2-G1-W en estructura de acero.....	122
2.3.2.4.5.	Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta.	122
2.3.2.4.6.	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.	122
2.3.2.4.7.	Apoyo de neopreno zunchado.....	123
2.3.2.4.8.	Plazo de ejecución del tablero.....	123
2.3.2.5.	Acabados.	123



2.3.2.5.1.	Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm.	123
2.3.2.5.2.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.	124
2.3.2.5.3.	Acera baldosada de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor de estructura.	124
2.3.2.5.4.	Junta de neopreno armado con 100 mm de movimiento máximo permitido.	125
2.3.2.5.5.	Prueba de carga estática para la estructura de carreta E-2 en el P.K. 1+175.	125
2.3.2.5.6.	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.	125
2.3.2.5.7.	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.	125
2.3.2.5.8.	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.	126
2.3.2.5.9.	Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente.	126
2.3.2.5.10.	Plazo de ejecución de los acabados.	126
2.3.2.6.	Plazo de ejecución de la estructura.	126
2.3.3.	SUBCAPÍTULO 3.3: BÓVEDAS EN ROTONDA (P.K. 1+620).	126
2.3.3.1.	Afección al tráfico durante la ejecución.	127
2.3.3.2.	SUBCAPÍTULO 3.3.1: ESTRUCTURA NORTE.	129
2.3.3.2.1.	Proceso constructivo.	130
2.3.3.2.2.	Excavación en zanjas y pozos.	130
2.3.3.2.3.	Relleno localizado.	131
2.3.3.2.4.	Relleno de material drenante.	131
2.3.3.2.5.	Tubo dren de 160 mm de diámetro.	132
2.3.3.2.6.	Geotextil como elemento filtro. Grupo 1.	132
2.3.3.2.7.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	132
2.3.3.2.8.	Hormigón HA-30/B/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.	133
2.3.3.2.9.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	133
2.3.3.2.10.	Chapado de piedra mampuesto careado de espesor no superior a 10 cm.	133
2.3.3.2.11.	Anclaje a elementos estructurales existentes, incluyendo perforación con broca de diamante, limpieza del taladro, adhesivo químico, barra de acero corrugado, todos los materiales y operaciones necesarias para su total ejecución.	133
2.3.3.2.12.	Encofrado recto.	134
2.3.3.2.13.	Encofrado curvo.	135



2.3.3.2.14.	Encofrado recto con madera machihembrada.....	135
2.3.3.2.15.	Encofrado curvo con madera machihembrada.....	135
2.3.3.2.16.	Cimbra.	135
2.3.3.2.17.	Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.....	136
2.3.3.2.18.	Prueba de carga estática para la estructura de carretera “Rotonda Norte”.	136
2.3.3.2.19.	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.	137
2.3.3.2.20.	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.....	137
2.3.3.2.21.	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.	137
2.3.3.2.22.	Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotopercusión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Norte", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto.....	137
2.3.3.2.23.	Partida alzada de abono íntegro para la demolición de un voladizo del tablero del puente actual del Portillo, incluso transporte de los productos resultantes a vertedero, todos los materiales, medios y operaciones necesarias para su total ejecución.	137
2.3.3.2.24.	Plazo de ejecución de la estructura Norte.....	138
2.3.3.3.	SUBCAPÍTULO 3.3.2: ESTRUCTURA SUR.	139
2.3.3.3.1.	Proceso constructivo.....	140
2.3.3.3.2.	Excavación en zanjas y pozos.....	140
2.3.3.3.3.	Relleno localizado.....	141
2.3.3.3.4.	Acero B-500-S en barras corrugadas.	141
2.3.3.3.5.	Hormigón HA-30/B/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.....	141
2.3.3.3.6.	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.	141
2.3.3.3.7.	Chapado de piedra mampuesto careado de espesor no superior a 10 cm.	142
2.3.3.3.8.	Encofrado recto.....	142
2.3.3.3.9.	Encofrado curvo.....	142
2.3.3.3.10.	Encofrado recto con madera machihembrada.....	142
2.3.3.3.11.	Encofrado curvo con madera machihembrada.....	143
2.3.3.3.12.	Cimbra.	143
2.3.3.3.13.	Prueba de carga estática para la estructura de carretera “Rotonda Sur”.	143
2.3.3.3.14.	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.	143
2.3.3.3.15.	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.....	143

2.3.3.3.16.	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.	144
2.3.3.3.17.	Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotoperusión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Sur", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto.....	144
2.3.3.3.18.	Plazo de ejecución de la estructura Sur.....	144
2.3.3.4.	Plazo de ejecución de ambas bóvedas.	145
2.3.4.	Plazo de ejecución de todas las estructuras.	145
2.4.	CAPÍTULO 4: DRENAJE.	147
2.4.1.	SUBCAPÍTULO 4.1: CUNETAS Y ZANJAS DRENANTES.	151
2.4.1.1.	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-75.	151
2.4.1.2.	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-100.	151
2.4.1.3.	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-125.	152
2.4.1.4.	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-50.	152
2.4.1.5.	Formación de cuneta en tierra, tipo TT-100.	153
2.4.1.6.	Formación de cuneta en tierra, tipo TT-150.	153
2.4.1.7.	Trasdosado de cuneta.	154
2.4.1.8.	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50.	154
2.4.1.9.	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-100.	156
2.4.1.10.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5.	156
2.4.1.11.	Zanja drenante con dren profundo. D-160.....	157
2.4.1.12.	Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160.....	158
2.4.1.13.	Cuneta ecológica de infiltración con canal-colector sencillo.	158
2.4.2.	SUBCAPÍTULO 4.2: TUBOS, ARQUETAS Y SUMIDEROS.	159
2.4.2.1.	Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 100x160 cm2, con rejilla.	159
2.4.2.2.	Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 120x210 cm2, con rejilla.	160
2.4.2.3.	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1000 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.	160
2.4.2.4.	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1500 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.	161
2.4.2.5.	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.	161
2.4.2.6.	Boquilla para caño de 1000 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30°.	161
2.4.2.7.	Boquilla para caño de 1500 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30°.	163

2.4.2.8.	Boquilla para caño de 1800 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30°.	163
2.4.2.9.	Encachado con cantos de río unidos con hormigón.	163
2.4.3.	Plazo de ejecución del drenaje.	164
2.5.	CAPÍTULO 5: FIRMES.	165
2.5.1.	SUBCAPÍTULO 5.1: CALZADAS Y ARCENES.	165
2.5.1.1.	Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados.	171
2.5.1.2.	Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación.	172
2.5.1.3.	Árido de cobertura en riego de imprimación.	172
2.5.1.4.	Emulsión bituminosa ECR-1 en riego de adherencia.	173
2.5.1.5.	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura.	173
2.5.1.6.	Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia.	173
2.5.1.7.	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base.	174
2.5.1.8.	Betún de cualquier penetración.	174
2.5.1.9.	Mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura, de 3 cm de espesor.	174
2.5.1.10.	Betún asfáltico modificado con polímeros BM-3b.	175
2.5.1.11.	Plazo de ejecución de las calzadas y arcenes.	175
2.5.2.	SUBCAPÍTULO 5.2: ISLETAS Y ACERAS.	176
2.5.2.1.	Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.	178
2.5.2.2.	Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.	179
2.5.2.3.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa A2-R5.	179
2.5.2.4.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.	179
2.5.2.5.	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5.	179
2.5.2.6.	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.	180
2.5.2.7.	Plazo de ejecución de isletas y aceras.	180
2.5.3.	Plazo de ejecución de firmes.	180
2.6.	CAPÍTULO 6: SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA.	181
2.7.	CAPÍTULO 7: ILUMINACIÓN.	182
2.8.	CAPÍTULO 8: RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.	183
2.9.	CAPÍTULO 9: VARIOS.	183
2.10.	CAPÍTULO 10: ACTUACIONES DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA.	184
2.11.	CAPÍTULO 11: SEÑALIZACIÓN DE OBRA.	184



2.12.	CAPÍTULO 12: PARTIDAS ALZADAS.....	185
2.13.	PLAN DE OBRA.....	186
3.	ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA OBRA.....	189
3.1.	Coeficiente de adjudicación.....	192
4.	CONCLUSIONES A LA MEMORIA CONSTRUCTIVA Y AL ANÁLISIS ECONÓMICO.....	193
4.1.	Consideraciones.....	194
5.	ANEJO FOTOGRÁFICO.....	199
5.1.	Comienzo de la traza, P.K. 0+100.....	200
5.2.	Antes del muro de escollera, P.K. 0+500.....	205
5.3.	Muro de escollera P.K. 0+540.....	208
5.4.	Antes de la zona del Portillo, P.K. 1+400.....	211
5.5.	Zona el Portillo, P.K. 1+600.....	213
5.6.	Bóveda existente.....	223
5.7.	Camino de acceso en el Portillo.....	226
6.	ANEJO PRESUPUESTARIO.....	227

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Descripción del trabajo.

El presente documento corresponde al Trabajo Final de Máster del Máster Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria, presentado en la convocatoria de junio de 2018, correspondiente al curso 2017/2018.

El trabajo a desarrollar se basa en el estudio del proyecto de construcción: Variante Este de Comillas, en el cual se elabora de la misma:

- Memoria constructiva desarrollando los procedimientos constructivos más importantes y la interrelación de los mismos.
- Planificación de la obra teniendo en cuenta los rendimientos aplicables a las principales unidades de obra.
- Estudio económico para obtener el coste de construcción real de la obra objeto del estudio
- Análisis de resultados y conclusiones aplicables.

Tal proyecto fue redactado por la Consejería de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de Cantabria y en representación de la mencionada consejería la Dirección General de Obras Públicas. Consiste en la ejecución de una variante de carretera que reemplace al tramo actual de la CA-135 que atraviesa la población de Comillas, realizando la conexión entre la CA-135 y la carretera costera CA-131.

La carretera objeto del proyecto discurre por zonas rurales de los municipios de Comillas y Ruiloba. Se ubica próxima a la costa y con una orientación general Norte-Sur; en general, sigue el curso del arroyo Gandarilla, que desemboca en el mar Cantábrico. El proyecto incluye glorietas para las conexiones de inicio y final de la variante (esta última la conecta con la CA-131).

También incluye una bóveda nueva y la prolongación de la existente en el Portillo para el paso sobre el arroyo Gandarilla, y dos puentes de 55 y 90 metros de longitud respectivamente, el primero para paso sobre el arroyo y el segundo para salvar una vaguada.

Asimismo, incluye actuaciones complementarias como las siguientes:

- Drenaje longitudinal y transversal de la variante.
- Señalización horizontal y vertical, balizamiento y barreras de seguridad.
- Iluminación en las glorietas proyectadas.
- Cerramiento del tramo en variante.
- Restauración paisajística mediante hidrosiembras y plantaciones.

Resumen de características geométricas:

- Longitud total de actuación: 1.600 metros.
- Reparto por municipios:
 - Municipio de Comillas: 825 m (52% del total).
 - Municipio de Ruiloba: 775 m (48% del total).
- Sección tipo:
 - Calzada: 2 carriles de 3'25 m cada uno.
 - Arcenes: de 0'75 m a ambos lados.
 - Bermas: de 0'50 m a ambos lados.

1.2. Descripción del proyecto de estudio.

La traza de la obra objeto discurre entre dos glorietas, la primera se ubicará en la carretera “CA-135” y la segunda en la carretera costera “CA-131”, esta segunda complementará a la actual estructura en el Portillo. Además de lo anterior, también está contemplada la reposición de diferentes caminos y accesos en las inmediaciones de la obra.

La glorieta de partida es una glorieta convencional con 4 accesos, lo único destacable es la ejecución de una obra de fábrica (caño de hormigón armado de 1.000 mm de diámetro en el ramal de acceso a la misma por la carretera “CA-135” correspondiente a la llegada desde Cabezón de la Sal.

Se denominará como “tronco” a la obra longitudinal ejecutada entre ambas glorietas. El tronco comienza con un terraplén hasta aproximadamente el P.K. 0+480, en este tramo se sitúan dos obras de fábrica (caños de hormigón armado de 1.800 mm de diámetro) a modo de drenaje transversal, situadas ambas en los P.K. 0+280 y 0+440 aproximadamente.

A partir del P.K. 0+480 y hasta el P.K. 0+550 el tronco transcurre en desmonte convencional.

Se disponen muros de contención de escollera entre los P.K. 0+550 y 0+730, a fin de limitar la superficie ocupada y no afectar a la urbanización existente en la ladera Oeste del arroyo Gandarilla (en el lado izquierdo en sentido de avance de los P.K.). Mientras tanto, el lado derecho de la obra continúa en desmonte hasta el P.K. 0+590, a partir del cual pasa a terraplén, por lo que la nueva sección se puede denominar de media ladera con muro a la izquierda, dándose esta misma hasta el P.K. 0+730. En esta zona existen ya algunas escolleras que se dispusieron para mejorar la estabilidad de los rellenos que se realizaron en las obras de la urbanización, en su mayor parte enterradas. Las escolleras proyectadas no interferirán con las existentes. Además, cuando estas escolleras afloren, se prevé realizar una limpieza profunda de las juntas entre escollos y un rejuntado con hormigón, para mejorar su estabilidad y resistencia. En el P.K. 0+620 se dispondrá otra obra de fábrica (caño de hormigón armado de 1.500 mm de diámetro) correspondiente al drenaje transversal.

A partir del P.K. 0+730 y hasta el P.K. 0+760, el tronco transcurre en un terraplén a la izquierda, mientras que por la derecha se sitúa un muro de escamas prefabricadas de hormigón (coloquialmente denominado como muro de tierra armada).

Llegados a este punto, estamos en las proximidades de la primera estructura de la obra, denominada Estructura 1 y que consiste en un puente de tablero mixto, de acero y de losa de forjado de hormigón armado, de dos vanos con luces de 25 y 30 metros entre apoyos. La sección transversal del puente consiste en un cajón rectangular metálico con almas inclinadas. El canto es variable entre 1'50 metros en la zona de vano y 2'25 metros en el apoyo sobre la pila. La anchura del tablero se mantiene constante con un valor de 12'00 metros. El tablero se apoya en una única pila de sección circular de 1'80 metros de diámetro con un ensanchamiento variable de 0 a 4'25 metros en cabeza de pila en sentido transversal al puente. La cimentación en la pila será profunda con cuatro pilotes de 1'25 metros de diámetro. Sobre la que se colocarán dos apoyos de neopreno zunchado. Los estribos son cerrados y cimentados sobre cimentación directa. Tienen aletas en vuelta en



la longitud correspondiente al talón de la zapata, que se continúan con muros de escamas prefabricadas de hormigón. Cada estribo tiene dos apoyos de tipo anclado. La Estructura 1 transcurre entre los P.K. 0+763'65 y 0+818'65, teniendo una longitud de 55 metros.

A partir de aquí continuamos a la izquierda con un muro de escamas prefabricadas de hormigón a la izquierda y terraplén a la derecha hasta el P.K. 0+870 aproximadamente, en los próximos 10 metros la traza transcurre en terraplén a ambos lados.

La traza, tras una pequeña transición a media ladera, continúa con un desmonte hasta el P.K. 1+100.

Lo siguiente, ya en las inmediaciones de la segunda estructura, denominada Estructura 2, será un pequeño terraplén de unos escasos 10 metros.

A diferencia de la estructura anterior, la Estructura 2 no dispone de muro de escamas prefabricadas, ya que los estribos disponen de unas aletas envuelta en vuelo que se adaptan a la superficie del terraplén, por lo que la traza pasa directamente del terraplén a los elementos de la Estructura 2.

La Estructura 2 consiste en un puente de tablero mixto, de características similares a la Estructura 1, excepto porque se trata de un puente de 3 vanos (con luces de 25, 40 y 25 metros entre ejes de apoyo), por tanto, también difiere en que tiene dos pilas intermedias en vez de una. La Estructura 2 transcurrirá entre los P.K. 1+120 y 1+210, teniendo una longitud de 90 metros.

Para continuar, se realizará un terraplén hasta el P.K. 1+290, en el P.K. 1+270 aproximadamente se dispondrá de una obra de fábrica (caño de hormigón armado 1.800 mm de diámetro) correspondiente al drenaje transversal.

Entre el P.K. 1+290 y 1+380 el tronco transcurre en desmonte a ambos lados. En el P.K. 1+380 se dispondrá otra obra de fábrica (caño de hormigón armado de 1.500 mm de diámetro) correspondiente al drenaje transversal.

A partir del P.K. 1+380, el lado izquierdo tendrá unos 30 metros de un pequeño terraplén para continuar hasta el final del tronco (hasta la glorieta final) con un muro verde, a fin de reducir la superficie ocupada y no afectar al cauce del río Gandarilla. En el lado derecho, hasta el P.K. 1+440 existirá un desmonte, entre este último P.K. y el 1+510 se intercalarán desmontes y terraplenes de escasa magnitud; para continuar hasta prácticamente el final con un muro de hormigón en masa con revestimiento de piedra natural que evita afecciones al camino existente y a los yacimientos arqueológicos de la zona. En el P.K. 1+590 se dispondrá otra obra de fábrica (caño de hormigón armado de 1.500 mm de diámetro) correspondiente al drenaje transversal.

La glorieta final se trata de una obra singular, ya que la misma transcurre a ambos márgenes del río Gandarilla, para conseguir su continuidad entre ambos, se ampliará la actual bóveda existe en el Portillo (la denominaremos como Estructura Norte) y se ejecutará una nueva bóveda de 15 metros de luz (la denominaremos como Estructura Sur). Cabe destacar que en esta última glorieta se ubicará una última obra de fábrica (caño de hormigón armado de 1.500 mm de diámetro) correspondiente al drenaje transversal.



Para finalizar con la descripción de la traza se detallará el drenaje longitudinal utilizado. En pie de desmonte, salvo cuando la presencia de muros u otras consideraciones lo desaconsejen, se ejecutará una cuneta de infiltración ecológica tipo “Atlantis” o similar, formada por un macizo de material drenante en el que se incluye un canal de drenaje-colector formado por módulos de polipropileno y envuelto en geotextil.

En los casos en que no se considera conveniente la cuneta de infiltración se disponen cunetas revestidas de hormigón en V de 125 cm de anchura en el tronco de la carretera, de 100 cm en ramales y de 75 cm en caminos y accesos. Bajo estas cunetas, cuando se disponen junto a taludes de desmonte apreciables, se dispone una zanja drenante. En los márgenes de terraplén se ejecutará un bordillo en el borde del arcén, para recoger las aguas de escorrentía de la calzada y conducirlas a los cauces naturales o a bajantes dispuestas cada 40 m de distancia como máximo.

También se realizará la construcción de cunetas de tierra en cabeza de desmonte, que desaguarán en los cauces naturales o en las obras de drenaje a construir, directamente o a través de bajantes. Estas cunetas de cabeza de desmonte se ejecutarán asimismo en las banquetas intermedias de los desmontes.

Se dispondrán cunetas de tierra a pie de terraplén en los casos en que la escorrentía se dirige hacia el mismo.

Todo el drenaje se consigue por gravedad y hasta puntos más bajos de las proximidades.



2. MEMORIA CONSTRUCTIVA.

2.1. CAPÍTULO 1: EXPLANACIONES.

2.1.1. Esquema de actuación e imputación de costes y tiempos a las diferentes unidades en el movimiento de tierras.

Es necesario indicar el esquema de imputación de precios y tiempos que se ha utilizado en el movimiento de tierras.

En la excavación, una parte será aprovechable para rellenos en la propia obra y otra parte será transportada a vertedero. A continuación, se detallan las actuaciones que se realiza en cada posibilidad:

- Excavación en roca a relleno: excavación (voladura), carga, transporte, extensión y compactación.
- Excavación en roca a vertedero: excavación (voladura), carga, transporte y extensión; se utilizaría como base de asiento del mismo.
- Excavación en tierras a relleno: excavación y carga (lo realiza la misma máquina), transporte, extensión y compactación.
- Excavación en tierras a vertedero: excavación y carga (lo realiza la misma máquina), transporte y extensión.

A la vista de lo anterior, la excavación, la carga y el transporte se le aplicará a todas las unidades de excavación indiferentemente, asumiendo en todas que el tiempo de ciclo de un camión tanto al vertedero como dentro de la misma obra es de 12 minutos.

Aunque la extensión también es común a todo, se le aplicará a las unidades de relleno o al vertedero, ya que es una operación propia de la formación de vertederos o de rellenos. El volumen del vertedero será de 21.231 m³ (correspondiente al esponjamiento de los 18.462 m³), estos volúmenes son proporcionados por el proyecto en el anejo 17 “Procedencia de materiales, préstamos y vertederos.”

A las unidades de relleno se les imputará el extendido y la compactación. Dentro del volumen de relleno, existe un volumen de material contemplado en el proyecto (16.058 m³) que provendrá de cantera, el cual tendrá una imputación de costes diferente, se le imputará la compra del material y el transporte.

Por lo tanto, a las unidades de excavación se les imputará la excavación, la carga y el transporte. A las unidades de relleno (a todo el volumen necesario de relleno) se les imputan el extendido y la compactación, y al volumen necesario de cantera se le imputa el coste del material, el transporte (el extendido y la compactación ya están incluidos en la unidad del relleno).

2.1.2. Servicios afectados.

Según consta en el proyecto, la reposición de servicios afectados no se contempla en el presupuesto de ejecución, por lo que queda fuera de los trabajos a realizar por el contratista.

2.1.3. Vertederos.

Para este apartado, y siguiendo las indicaciones del proyecto, se depositarán los materiales sobrantes en las zonas deprimidas adyacentes al terraplén que se proyecta en los primeros 400 m del tramo, lo que además de servir para disponer del exceso de excavación permite regularizar la pendiente del terreno, eliminando las hondonadas que quedarían entre el terraplén y el terreno natural y podrían ocasionar problemas de drenaje. Aunque lo idóneo sería ejecutar el vertedero en las zonas próximas a los desmontes, para minimizar el transporte de los materiales, esta solución no va a ser posible por la existencia junto a los desmontes de la vegetación de ribera, la cual es obligatorio preservar en la ejecución del proyecto según se indica en el documento del mismo en el anejo nº 16.- Previsiones ambientales del proyecto. Además, desde el punto de vista económico el proyecto considera la expropiación de dichos terrenos, lo cual no repercute sobre el Contratista, mientras que como el propio proyecto indica, la elección de otra localización para el mismo será por cuenta del contratista la gestión, los gastos, etc.

Por otro lado, en el proyecto también se contempla la utilización de estos materiales para realizar el primer terraplén más tendido o escalonado, y facilitar así su revegetación.

Procedimiento de la ejecución del posible vertedero:

- 1º.- Para empezar, se hace un despeje con la ayuda del bulldozer una vez que éste haya finalizado el despeje y desbroce en tronco principal. El despeje se hará de manera paralela a la línea de máxima pendiente del terreno y tendrá una profundidad del entorno de 30 centímetros.
- 2º.- Después, se procederá a colocar las capas de los materiales de mayor tamaño (escolleras). Teniendo en cuenta el desnivel del terreno se empieza por las zonas que se encuentran a menor altitud para dejar la superficie resultante lo más llana posible haciendo así que la finca tenga el mejor posible futuro aprovechamiento.
- 3º.- Después de colocar las escolleras sobre las mismas se colocarán los materiales sobrantes designados para vertedero. Asimismo, se dispondrán encima las tierras excavadas de la traza de la obra sin considerar la compactación de tales tierras siendo necesario solamente la compactación debida al paso de maquinaria.
- 4º.- Para finalizar, la coronación de los rellenos de vertedero se realizará con las tierras retiradas de la traza de la obra.

Para el desbroce de los vertederos se emplea un Bulldozer Caterpillar D7 con un rendimiento de 2.000 m²/día y un coste de 70 €/h, la extensión del vertedero a desbrozar es de 9.954 m².

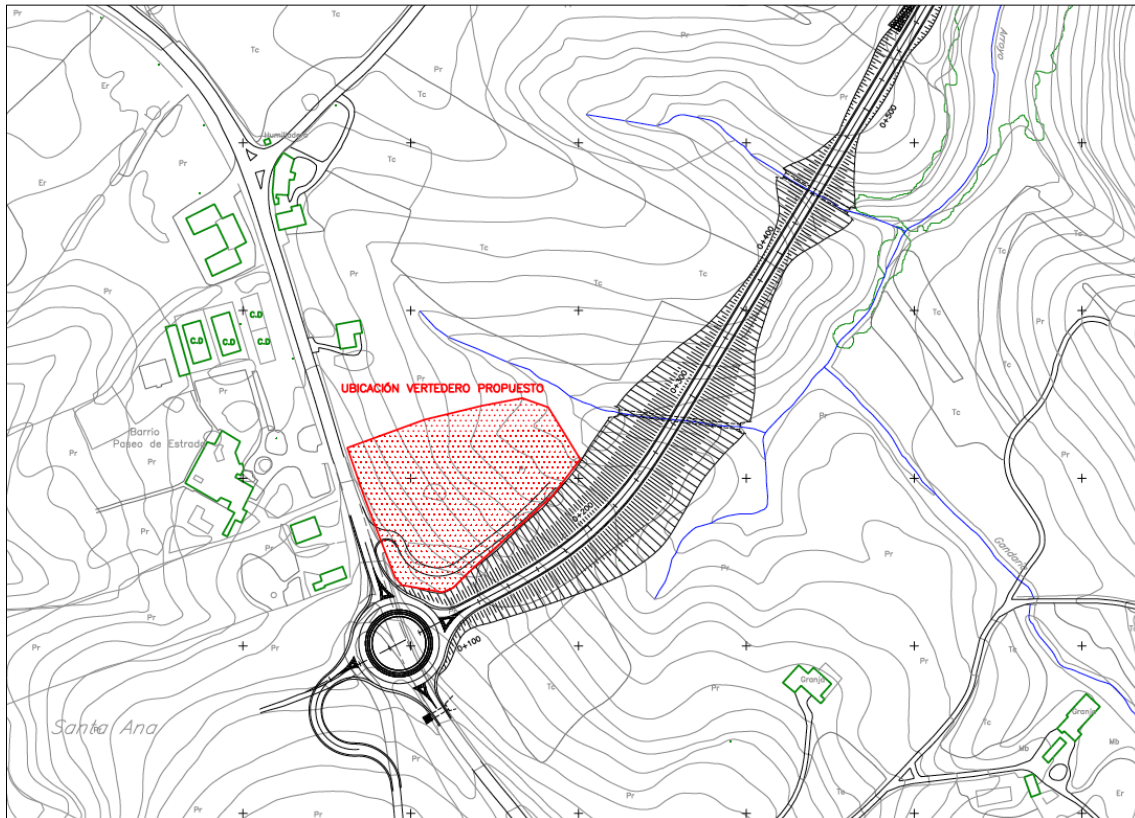
Se estima un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{9.954 \text{ m}^2}{2.000 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \approx 5 \text{ días}$$

Los costes del desbroce serán:

$$\text{Coste unitario desbroce} = \frac{70 \text{ €/h}}{2.000 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 0,35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Coste desbroce vertedero} = 0,35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 9.954 \text{ m}^2 \approx 3.500'00 \text{ €}$$



Como ya se indicó en el apartado 2.1.2. en el esquema del movimiento de tierras, el volumen del vertedero será de 21.231 m³, y en este apartado es necesario realizar la imputación de costes y tiempos de la extensión de ese volumen, ya que el transporte se incluirá en las unidades correspondientes a las excavaciones.

La extensión del material se realizará con un Bulldozer Caterpillar D7, cuyo coste horario es de 70 € y tiene un rendimiento de 675 m³ al día. El tiempo y el coste de extensión serán:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{21.231 \text{ m}^3}{675 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10h}{\text{día}} = 314 \text{ horas}$$

$$\text{Coste desbroce} = 70 \frac{\text{€}}{h} \cdot 314 h = 21.980 \text{ €}$$

Resultando un coste total de desbroce más extensión de:

$$\text{Costes totales} = 3.500'00 + 21.980'00 = 25.480'00\text{€}$$

En el presupuesto elaborado que se adjuntará al final del documento se ha incluido esta unidad en los costes, pero no en los precios de proyecto.

2.1.4. SUBCAPÍTULO 1.1: TRABAJOS PRELIMINARES.

2.1.4.1. Replanteo.

Previamente a la realización de los trabajos de ejecución de la obra objeto de estudio es preceptivo hacer un levantamiento topográfico de la traza, tanto del eje como de sus bordes. En primer lugar, se hará un estaquillado de la traza de la obra colocando las estacas de madera para durante la obra hacer un seguimiento de la posición de las mismas de modo que mantengan su posición.

Cuando se trabaje en terraplén las estacas se colocarán a pie de talud señalando la diferencia de cota entre cada estaca y la cota final en coronación. Cuando se trabaje en desmontes las estacas se localizarán en la parte superior del talud señalando la pendiente y la cota a desmontar.

Por razones de seguridad queda prohibido la realización de replanteos o mediciones en las zonas donde estén trabajando máquinas para movimiento de tierras, las cuales tendrán que pararse o alejarse a otros tajos.

En esta fase de replanteo también se hacen las peticiones de las licencias necesarias para fases posteriores de la obra, es decir, se solicitarán las tramitaciones de vertederos, servicios afectados y ambientales.

El equipo para este trabajo estará compuesto por un topógrafo y un ayudante, se utilizará una estación topográfica total y se estima un tiempo de 3 días.

2.1.4.2. Desbroce del terreno.

En primer lugar, se retiran los cerramientos de fincas, así como sus cimientos y el resto de sus elementos constitutivos. Asimismo, se talarán los árboles cuyo perímetro sea menor de 60 centímetros y los árboles de cualquier medida que no hayan sido tenidos en cuenta particularmente en el proyecto. También en este apartado se incluyen arbustos, plantas, broza y otros elementos similares.

Se hará la retirada de la cobertura vegetal de las superficies afectadas por las obras de movimiento de tierras con una profundidad de 30 centímetros.

Los pozos y agujeros como consecuencia de las actividades de desbroce que queden dentro de la explanación se rellenarán con material del terreno y al menos con el mismo grado de compactación.

Se hará uso de un equipo compuesto por la siguiente maquinaria:

- Bulldozer Caterpillar D7 con un rendimiento de 2000 m²/día.
- Retroexcavadora Caterpillar 225 con un tiempo de carga de 4 min/camión.
- Camión basculante de 13 tn/caja.

Los materiales originados en el desbroce se apilarán a ambos lados de la traza de la obra y cuando sea posible se llevarán a vertedero definitivo o serán utilizados como revegetación.

El tiempo y el coste de ejecución del desbroce serán los siguientes:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{55.165 \text{ m}^2}{2.000 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 275'8 \text{ horas}$$

$$\text{Coste desbroce} = 0'35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 55.165 \text{ m}^2 = 19.307'75 \text{ €}$$

2.1.4.3. Demolición por fragmentación mecánica.

En virtud de lo previsto en el capítulo 301 del PG-3, la demolición se basa en el derribo de todas las construcciones situadas sobre la obra y sus proximidades, como por ejemplo aceras, firmes, edificios, fábricas de hormigón u otros elementos. Los residuos generados en las demoliciones serán retirados a un vertedero autorizado.

Para realizar la demolición se hará uso del procedimiento de fragmentación mecánica y se usarán:

- Retroexcavadora Caterpillar modelo 225 equipada con pica-pica teniendo éste un rendimiento de picado de 30 m³/h, con coste del conjunto de 150 €/h, correspondiendo 75 € a la retro y 75 € al accesorio.
- Retroexcavadora Caterpillar modelo 225 para carga de materiales con rendimiento de 70 m³/h, con un coste de 75 €/h.
- Camión basculante de 13 tn/caja, 55 €/h.

Coste unitario de demolición por fragmentación mecánica:

$$\text{Coste unitario} = \frac{150 \frac{\text{€}}{\text{h}} + 75 \frac{\text{€}}{\text{h}}}{30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 7'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

$$\text{Coste demolición} = 7'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 400 \text{ m}^3 = 3.000'00 \text{ €}$$

Tiempo de ejecución de la demolición por fragmentación mecánica:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{400 \text{ m}^3}{30 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 13'3 \text{ horas}$$

Al coste anterior es necesario sumarle el coste por el transporte del material al vertedero, para lo cual se utilizan los camiones, los camiones tienen una caja capaz de transportar 13 toneladas, con una densidad de 2 tn/m³, tiene una caja capaz de transportar 26 m³ en cada viaje. Cada viaje tiene una duración media de 12 minutos, por lo que el rendimiento de un camión será de:

$$\text{Rendimiento camión} = \frac{26 \text{ m}^3}{12 \text{ min} * \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}}} = 130 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Dado que el rendimiento de transporte de un camión es muy superior al rendimiento con el cual se generará residuos en la demolición, sólo se utilizará un camión. Siendo su coste:

$$\text{Coste transporte} = 55'00 \frac{\text{€}}{\text{h}} * 13'3 \text{ horas} = 730'00 \text{ €}$$

El coste total de la demolición por fragmentación mecánica será el coste unitario calculado anteriormente más el del transporte:

$$\text{Coste total} = 3.000\text{€} + 730\text{€} = 3.730'00 \text{ €}$$

Resultando un coste unitario total de:

$$\text{Coste unitario total} = \frac{3.730'00 \text{ €}}{400 \text{ m}^3} = 9'33 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

2.1.4.4. Demolición de firme mediante fresado en frío.

Para esta actividad se ha decidido utilizar una perfiladora de pavimentos en frío Caterpillar con tren de rodaje de ruedas PM 102.



Características operacionales:

- Velocidad de desplazamiento máxima: 6´4 km/h.
- Velocidad de trabajo: 27 m/min.
- Potencia bruta: 168 kW.
- Anchura de corte: 1 m.
- Profundidad de corte máxima: 30,5 cm.
- Rendimiento estimado de 6 m³/h. Con una velocidad de fresado de 100 m/h, una anchura de fresado de 1´5 m y un espesor de 4 cm.
- Para estimar el coste usaremos el precio de mercado para esta actividad cuando se usan los mismos equipos y métodos, por lo tanto, el coste unitario es de 30 €/m³, incluye transporte al vertedero.

Coste de la demolición del firme mediante fresado en frío:

$$\text{Coste total} = 30 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 162'8 \text{ m}^3 = 4884'00 \text{ €}$$

Tiempo de ejecución de la demolición del firme mediante fresado en frío:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{162'8 \text{ m}^3}{6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 27 \text{ horas}$$

2.1.4.5. Tala de árbol con extracción de tocón y poda selectiva.

Se trata del conjunto de operaciones necesarias para cortar, extraer tocones y retirar de la zona afectada por los distintos tajos los árboles designados en el proyecto de forma particularizada.

La ejecución de esta unidad lleva implícitas las siguientes operaciones:

- Tala del árbol.
- Extracción del tocón.
- Carga y transporte de los materiales extraídos a vertedero o lugar de empleo.
- Relleno y compactación de las oquedades causadas por la extracción de los tocones y raíces con zahorra artificial.

A efectos de esta unidad se tomarán por árboles grandes aquellos con un perímetro mayor de 160 cm y árboles medianos aquellos con un perímetro en la banda de 60 a 160 cm medidos conforme a lo indicado en el apartado de medición y abono del correspondiente artículo del PG-3.

Los árboles que se puedan aprovechar se podarán y cortarán en trozos de longitudes menores a 3 metros y se depositarán en el lugar que proponga el Director de Obra. El corte de árboles en trozos se realizará mediante una sierra mecánica.

Todas las oquedades del terreno causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con zahorra artificial, y se compactarán al 98 % del Próctor Modificado hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente. Los tocones, raíces y resto de material no aprovechable serán eliminados mediante transporte a vertedero autorizado o lugar de

empleo. Se mantendrán o sustituirán de forma provisional los servicios afectados por la ejecución de esta unidad, reponiéndolos posteriormente a su estado original.

Las unidades consideradas para la tala son:

- 50 árboles grandes y 50 árboles medianos.

Las unidades consideradas para la poda selectiva son:

- 10 árboles grandes y 10 árboles medianos.

Los costes estimados son de 80 €/ud para tala de árbol mediano, 100 €/ud para tala de árbol grande, 60 €/ud para poda de árbol mediano y 150 €/ud para poda de árbol grande. Resultando un coste total de 11.100'00 €.

2.1.4.6. Retirada de elementos de señalización vertical, farola y postes.

Se trata del conjunto de actividades necesarias para eliminar carteles, señales verticales, farolas y postes los cuales dificulten la adecuada ejecución de las obras.

Los postes referenciados son los de las compañías de distribución de electricidad y telefonía. Aquí no se tienen en cuenta la retirada de cerramientos de fincas ni de elementos constituyentes de los mismos.

La ejecución de esta unidad lleva implícitas las siguientes operaciones:

- Remoción de los elementos objeto de retirada y sus cimientos. Se mantendrán o sustituirán de forma temporal los servicios afectados por la ejecución de esta unidad, siendo repuestos con posterioridad a su estado original.
- Retirada y transporte a vertedero autorizado o, en su caso, almacenamiento. Las cimentaciones removidas serán transportadas a vertedero autorizado. Los elementos retirados que sean almacenados se limpiarán y acopiarán adecuadamente.

Se estima un coste unitario de 20 €, con una medición de 20 unidades, se obtiene un coste total de 400'00 €.

2.1.4.7. Retirada de barrera de seguridad.

Se trata de las operaciones necesarias para eliminar las barreras de seguridad existentes, las cuales supongan una dificultad para la realización de las obras. La ejecución de esta unidad lleva implícita la realización de las siguientes actividades:

- Remoción de los elementos susceptibles de retirada.
- Retirada y transporte a vertedero autorizado.

Las mediciones de proyecto ponen de manifiesto la retirada de 120 metros de barrera de seguridad, con un coste unitario estimado de 4 €/m, resulta un coste total de 480'00 €.

2.1.4.8. Plazo de ejecución de los trabajos preliminares.

Dada la diversidad de los diferentes trabajos y que no difieren unos con otros, se dispondrá de los equipos necesarios para que todos ellos sean finalizados en el periodo de **un mes y medio** (30 días de trabajo). Formando parte de camino crítico debido a que se trata de los primeros trabajos que se deben ejecutar para evitar interferencias en el resto de la obra. En los trabajos preliminares también se incluye la formación del vertedero.

2.1.5. SUBCAPÍTULO 1.2: EXCAVACIONES.

2.1.5.1. Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con explosivos.

Se considera excavación en roca la correspondiente a todas las masas de roca, depósitos estratificados y aquellos materiales que presenten características de roca masiva o que se encuentren cementados tan sólidamente que para su excavación sea necesario alguno de los siguientes métodos:

- Excavación en roca con explosivos.
- Excavación en roca con explosivos mediante microvoladuras.
- Excavación en roca con martillo hidráulico acoplado a retroexcavadora.
- Excavación mixta en roca.

Dadas las características del terreno, la excavación se realizará mediante el empleo de explosivos.

La excavación con explosivos consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante la perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca al limitar los niveles de carga de explosivo cercanos a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuraciones y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

Dichas operaciones comprenden la excavación por voladuras del volumen de roca próximo a paramentos definitivos, tanto si se realiza conjuntamente con la destroza como si se ejecuta en fase posterior, también llamada refino. Tal volumen de roca es cuantificable en función de la estructura y de los tipos de roca, del diámetro de perforación y carga de explosivo de los barrenos de la destroza, así como de las secuencias de encendido y del tipo de voladura suave, precorte y recorte, proyectada para la ejecución del paramento definitivo.

Existe la posibilidad de fraccionar las cargas dentro de un mismo barreno, lo cual permite conseguir cargas operantes de explosivo más reducidas y reducir así los niveles de vibración y onda generados.

Como se indicó en el apartado 2.1.2. a esta unidad se le imputará la excavación (voladura), la carga y el transporte.

Cálculo de costes, rendimientos y tiempos:

- Tenemos un volumen de excavación de 19.418'75 m³ de roca.
- El rendimiento de la voladura cuando se realiza a cielo abierto y de forma continua es de 1.000 m³/día.
- El coste de la voladura será la suma del coste de los explosivos (2'5 €/m³) más el coste de la maquinaria:

- Jumbo perforador de barrenos (incluido en el coste de los explosivos)
- Retroexcavadora con un coste de 75 €/h, rendimiento de 600 m³/día y un tiempo de carga de 4 minutos por camión, para ajustar el rendimiento de la voladura al rendimiento de la retro, se utilizarán dos retros, pero el rendimiento global del equipo se mantendrá en el de la voladura (1.000 m³/día).

$$\text{Coste unitario carga} = \frac{75 \frac{\text{€}}{\text{h}} \times 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{1.000 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * 2 \text{ retroexcavadoras} = 1'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

- El transporte se realiza con camiones basculantes de 13 tn, coste horario de 55 euros. El tiempo de ciclo es de 12 minutos y el tiempo de carga del camión por la retro es de 4 minutos, por lo que se dispondrá de 3 camiones en cada equipo de carga.

Tiempo de ejecución de la voladura:

$$\text{Tiempo voladura} = \frac{19.418'75 \text{ m}^3}{1.000 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 194 \text{ horas}$$

Dado que el rendimiento de las voladuras es superior al rendimiento de carga de las retros, existirán 2 retros, y por lo tanto 6 camiones. Luego el coste de transporte será:

$$\text{Coste transporte} = 6 \text{ camiones} * 55 \frac{\text{€}}{\text{h} * \text{camión}} * 194 \text{ horas} = 64.020 \text{ €}$$

Resultando un coste unitario de transporte de:

$$\text{Coste unitario transporte} = \frac{64.020 \text{ €}}{19.418'75 \text{ m}^3} = 3'30 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

El coste unitario total de la unidad de obra será de 2'50 + 1'50 + 3'30 = 7'30 €/m³.

Obteniendo un coste total de la unidad de:

$$\text{Coste total} = 7'30 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 19.418'75 \text{ m}^3 = 141.756'88 \text{ €}$$

2.1.5.2. Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con martillo hidráulico acoplado a retroexcavadora.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante la descomposición de la misma con el uso de un martillo hidráulico acoplado a una retroexcavadora.

Cálculo de costes, rendimientos y tiempos:

- Tenemos un volumen de excavación de 6.657'75 m³ de roca.
- El rendimiento de la excavación cuando se realiza con martillo hidráulico es de 15 m³/h.
- El coste de la excavación será la suma del coste de la diferente maquinaria:
 - Retroexcavadora con martillo hidráulico acoplado con un coste horario de 150 €/h (75 por la retro y 75 por el complemento del martillo). Con un coste unitario de 150 €/h entre 15 m³/h igual a 10 €/m³.
 - Retroexcavadora de carga con un coste unitario de 1'25 €/m³.

$$\text{Coste unitario retroexcavadora} = \frac{75 \frac{\text{€}}{\text{h}} \times 10 \frac{\text{h}}{\text{día}}}{600 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} = 1'25 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

- El transporte se realiza con camiones basculantes de 13 tn, coste horario de 55 euros. El tiempo de ciclo es de 12 minutos y el tiempo de carga del camión por la retro es de 4 minutos, por lo que se dispondrá de 3 camiones en cada equipo de carga.

Dado que el rendimiento de carga (600 m³/día) es superior al rendimiento de excavación del martillo (150 m³/día) dispondremos de 4 equipos de excavación por cada equipo de carga. Por lo que el plazo de ejecución de esta unidad depende de los 600 m³/día del equipo de carga.

$$\text{Tiempo excavación martillo} = \frac{6.657'75 \text{ m}^3}{600 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \times 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 110 \text{ horas}$$

Tendremos la flota de camiones (3 camiones por retro de carga) trabajando este tiempo. Por lo que el coste del transporte será:

$$\text{Coste transporte} = 3 \text{ camiones} \times 55 \frac{\text{€}}{\text{h} \times \text{camión}} \times 110 \text{ horas} = 18.150 \text{ €}$$

Resultando un coste unitario de transporte de:

$$\text{Coste unitario transporte} = \frac{18.150 \text{ €}}{6.657'75 \text{ m}^3} = 2'70 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

Por lo tanto, el coste unitario total de esta unidad será de 10 + 1'25 + 2'70 = 13'95 €/m³

Obteniendo un coste total de la unidad de:

$$\text{Coste total} = 13'95 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \times 6.657'75 \text{ m}^3 = 136.902'19 \text{ €}$$

2.1.5.3. Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en tierras y tránsito.

Esta actividad comprende la excavación de los materiales formados por tierras, rocas descompuestas meteorizadas y estratificadas y en general, todos aquellos para cuya excavación no sea necesario el empleo de explosivos o martillo hidráulico acoplado a retroexcavadora. Conviene ejecutar la excavación en tiempo seco, para preservar las características del material que va a emplearse.

A esta unidad se le imputa la excavación, la carga y el transporte.

Tenemos un volumen de excavación de 152.027'5 m³.

Para la ejecución de esta unidad se empleará la siguiente maquinaria, siendo el coste de esta el coste de la unidad:

- Para la excavación y la carga se emplean retroexcavadoras del tipo Caterpillar 225 con un rendimiento de 600 m³/día y un coste de 75 €/h, lo que da como resultado un coste unitario de 1'25 €/m³.
- Para el transporte del material se utilizarán camiones basculantes de 13 toneladas de carga. El tiempo de excavación-carga es de 4 min y el ciclo de cada camión es de 12 min, por lo que deberá haber 3 camiones por cada retro.

Tiempo de ejecución:

$$\text{Tiempo excavación y carga} = \frac{152.027'5 \text{ m}^3}{600 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 2534 \text{ horas}$$

Por lo que el coste del transporte será:

$$\text{Coste transporte} = 3 \text{ camiones} * 55 \frac{\text{€}}{\text{h} * \text{camión}} * 2534 \text{ horas} = 418.110 \text{ €}$$

Resultando un coste unitario de transporte de:

$$\text{Coste unitario transporte} = \frac{418.110 \text{ €}}{152.027'5 \text{ m}^3} = 2'70 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

Resultando un coste unitario total para esta unidad de 1'25 + 2'70 = 3'95 €/m³.

Obteniendo un coste total de la unidad de:

$$\text{Coste total} = 3'95 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 152.027'5 \text{ m}^3 = 600.508'63 \text{ €}$$

2.1.5.4. Excavación especial de taludes en roca.

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para la excavación de taludes y paramentos definitivos en roca mediante la perforación y voladura, preservando las características naturales de la roca al limitar los niveles de carga de explosivo cercanos a dichos taludes y paramentos que puedan producir fisuraciones y/o alteraciones inadmisibles, según las reglas de buena práctica de la técnica de voladuras.

Dichas operaciones comprenden la excavación por voladuras del volumen de roca próximo a paramentos definitivos, tanto si se realiza conjuntamente con la destroza como si se ejecuta en fase posterior, también llamada refino. Tal volumen de roca es cuantificable en función de la estructura y de los tipos de roca, del diámetro de perforación y carga de explosivo de los barrenos de la destroza, así como de las secuencias de encendido y del tipo de voladura suave, precorte y recorte, proyectada para la ejecución del paramento definitivo.

La ejecución de estas operaciones se realiza junto con la excavación en roca con explosivos, por lo que no se le atribuye ningún tiempo de ejecución.

Su coste unitario es de 4 € el metro lineal, el cual se divide entre la separación entre ejes de barreno para obtener el precio unitario por superficie:

- Separación inferior a 750mm: $(4 \text{ €/m}) / 0,75\text{m} = 5,33 \text{ €/m}^2$
- Separación entre 750 mm y 1000 mm: $(4 \text{ €/m}) / 1\text{m} = 4,00 \text{ €/m}^2$
- Separación entre 1000 mm y 1250 mm: $(4 \text{ €/m}) / 1,25\text{m} = 3,20 \text{ €/m}^2$

2.1.5.5. Plazo de ejecución de las excavaciones.

La ejecución de las excavaciones es una labor de gran importancia en el plazo de ejecución de la obra, anteriormente se han definido los plazos de ejecución de cada unidad para la utilización de un equipo, los repito a continuación, contando que el día de trabajo tiene 10 horas:

- Excavación en roca con explosivos: 20 días.
- Excavación en roca con martillo: 11 días.
- Excavación en tierras: 254 días.

Siempre y cuando no sea necesario acelerar el plazo de ejecución de la obra, la excavación por voladura en roca se realizará por un único equipo debido a la peligrosidad de la misma, por lo que su plazo no se ve alterado.

Para la excavación en roca con martillo utilizaremos 4 martillos y un equipo de carga, con lo que se obtiene un plazo de 11 días.

Y para la excavación en tierras utilizaremos 3 equipos, reduciendo el plazo a 85 días.

Por tanto, suponiendo que son actividades que no se pueden solapar porque en las excavaciones la parte superior será de tierras y la inferior de roca, el plazo total de ejecución será de en torno a: $20+11+85=116$ días, considerando que puede existir alguna dificultad climatológica para el trabajo, aumento este valor hasta los **120 días**, 24 semanas (las semanas son de 5 días de trabajo), 6 meses (los meses son de 4 semanas de trabajo).

2.1.6. SUBCAPÍTULO 1.3: RELLENOS.

2.1.6.1. Relleno en terraplén y/o pedraplén con materiales procedentes de la excavación y/o cantera.

Cabe recordar las consideraciones realizadas en el apartado 2.1.2. correspondiente al esquema a seguir en la imputación de costes y tiempos en cuanto al movimiento de tierras. A esta unidad se le imputará el extendido y compactado de todo el volumen de material (170.180 m³), dentro de ese volumen total 16.058 m³ vienen de cantera, a estos últimos habrá que imputarles el coste de adquisición y de transporte desde la misma.

La ejecución de terraplén y pedraplén consiste en la extensión y compactación del material por tongadas, diferenciándose únicamente ambos en que las tongadas del terraplén son de 45-50 centímetros y las del pedraplén de 85-90 centímetros.

Estas estructuras de relleno están formadas por las siguientes capas:

- Base, la base del terraplén está formada por el relleno que queda por debajo de la superficie original, la cual se ha eliminado en el desbroce por ser considerado como suelo inadecuado.
- Núcleo, en la parte comprendida entre la base y la coronación.
- Coronación, está formada por la parte superior del terraplén o pedraplén.

Para ejecutarlos, se siguen las siguientes fases:

- 1) Se prepara la superficie de asiento.
- 2) Extensión de las capas por tongadas de espesor constante. Para ejecutar una tongada de espesor constante se hace un cajeado del talud. Primero los camiones extienden las tongadas, para garantizar una correcta evacuación del agua, se dispone de una pendiente transversal y así también se evita la erosión.
- 3) Para que la compactación de las tongadas se produzca en condiciones óptimas es necesario alcanzar la humedad óptima de compactación, para lo cual se humecta o se deseca en función de su humedad.
- 4) Se compacta con un rodillo hasta alcanzar la densidad óptima, para lo cual se realizan las pasadas necesarias.
- 5) Para garantizar que se ha conseguido la humedad óptima se realizan ensayos con el próctor. En la coronación, la humedad no deberá ser menor a la obtenida en el ensayo, mientras que en el núcleo y en la cimentación no deberá ser inferior al 95% de la máxima obtenida en el ensayo.

Maquinaria, equipos y rendimientos:

- Para la extensión se utiliza un Bulldozer Caterpillar D7 con un coste de 70 €/h, en esta unidad el rendimiento está limitado por esta operación, el Bulldozer tiene un rendimiento de 675 m³/día.
- Para la compactación se utiliza un rodillo vibratorio autopulsado de 12 toneladas, 65 €/h.

Tiempos y costes:

$$\text{Tiempo de formación del relleno} = \frac{170.180 \text{ m}^3}{675 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10h}{\text{día}} = 2.521h$$



$$\text{Coste bulldozer} = 70 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 2.521 \text{ h} = 176.470'00 \text{ €}$$

$$\text{Coste rodillo} = 65 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 2.521 \text{ h} = 163.865'00 \text{ €}$$

$$\text{Coste formación de relleno} = 176.470 + 163.865 = 340.335'00 \text{ €}$$

Al precio anterior hay que sumarle el coste de adquisición y transporte del material proveniente de cantera (16.058 m³). Se estima un coste de adquisición de 5 €/m³ y un coste de transporte de 2 €/m³, resultando un coste de adquisición y transporte de 7 €/m³. Tendremos un coste total de:

$$\text{Coste adquisición y transporte} = 7 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 16.058 \text{ m}^3 = 112.406'00 \text{ €}$$

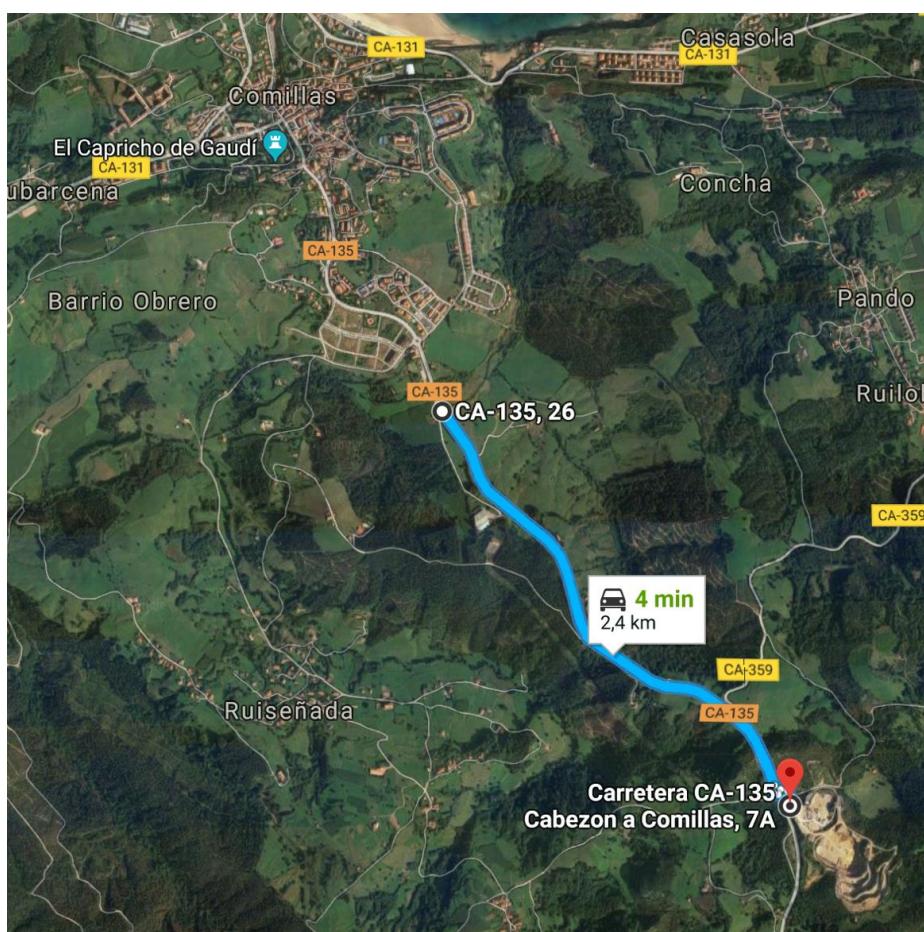
Resultando en este apartado un coste total proveniente de la suma de los costes de formación del relleno, adquisición y transporte del material proveniente de cantera:

$$\text{Coste total relleno} = 340.335'00 + 112.406'00 = 452.741'00 \text{ €}$$

De vista al presupuesto de elaboración propia, el coste unitario de esta unidad será de:

$$\text{Coste unitario relleno} = \frac{452.741'00 \text{ €}}{170.180 \text{ m}^3} \approx 2'66 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

En las proximidades de la obra existe una cantera que nos proveerá de dichos materiales.



2.1.6.2. Escollera en base de asiento de obras de fábrica.

Esta unidad hace referencia al posible asiento necesario en las obras de fábrica debido a la posible poca capacidad portante del terreno existente.

Considero que esta escollera será de cantera provendrá de la cantera.

Para el transporte de estos bloques se utilizan camiones con caja reforzada, cuyo coste horario es de 85 €. Para el cálculo del tiempo de ciclo se han considerado un tiempo de carga de 4 minutos, 2 minutos para la descarga, una distancia de 3 km (tanto de ida como de vuelta), y una velocidad media de 40 km/h, obteniéndose un tiempo de ciclo de:

$$Tiempo\ ciclo = 4min + \frac{3km}{40 \frac{km}{h}} * \frac{60min}{h} + 2min + \frac{3km}{40 \frac{km}{h}} * \frac{60min}{h} = 15\ minutos$$

El rendimiento del camión basculante de 13 tn (85 €/h), considerando un peso aparente para la escollera de 2 tn/m³, será:

$$Rendimiento\ camión = \frac{\left[\frac{13\ t}{2 \frac{t}{m^3}} \right]}{15\ min * \frac{1h}{60\ min}} * \frac{10h}{día} = 260 \frac{m^3}{día}$$

Resultando un coste unitario de transporte de:

$$Coste\ transporte = \frac{85 \frac{€}{h} * \frac{10h}{día}}{260 \frac{m^3}{día}} \approx 3'00 \frac{€}{m^3}$$

Coste unitario de adquisición de 6 €/m³.

Por tanto, esta unidad comprende el transporte de la escollera (3'00 €/m³) y su adquisición (6'00 €/m³).

Para la ejecución de esta escollera se necesita un equipo formado por una retroexcavadora (75 €/h) llevada por un especialista, se le supone un rendimiento de que un cazo coloca una piedra de 1 m³ cada 6 minutos:

$$Rendimiento\ retro - escollera = \frac{1\ m^3}{6\ min * \frac{1h}{60\ min}} * \frac{10h}{día} = 100 \frac{m^3}{día}$$

Resultando un coste unitario de colocación de la escollera de:

$$Coste\ colocación = \frac{75 \frac{€}{h} * \frac{10h}{día}}{100 \frac{m^3}{día}} = 7'50 \frac{€}{m^3}$$



Resultando un coste total unitario de esta unidad producto de la suma de la adquisición, el transporte y la colocación de:

$$\text{Coste unitario total} = 3'00 + 6'00 + 7'50 = 16'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

Por lo que resulta un coste total, con una medición de 100 m³, de:

$$\text{Coste total escollera} = 16'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 100\text{m}^3 = 1.650'00 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo escollera} = \frac{100\text{m}^3}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 10\text{h}$$

2.1.6.3. Plazo de ejecución de los rellenos.

Al igual que la ejecución de las excavaciones, la ejecución de los rellenos es una labor de gran importancia en el plazo de ejecución de la obra, anteriormente se han definido los plazos de ejecución de cada unidad para la utilización de un equipo, los repito a continuación:

- Rellenos: 252 días.
- Escollera en base de asiento: 1 día.

La ejecución de los rellenos será junto con la excavación en tierras y tránsito los trabajos que más tiempo tienen asociado, además se ejecutarán a la vez para así no tener que almacenar materiales en ningún lugar anexo a las excavaciones, para reducir los plazos tenemos que ajustar los equipos encargados de los rellenos (y su plazo asociado) al plazo de ejecución de las excavaciones, teniendo en cuenta que los rellenos nunca finalizarán antes que las excavaciones, ya que necesitan el material excavado o adquirido para ser ejecutados. Como de excavación tenemos un plazo de 115 días, parece interesante utilizar dos equipos para la formación de los rellenos, y así reducir su plazo a aproximadamente **130** días de ejecución.

2.1.7. Plazo de ejecución de las explanaciones.

El plazo de ejecución de estos tajos es de:

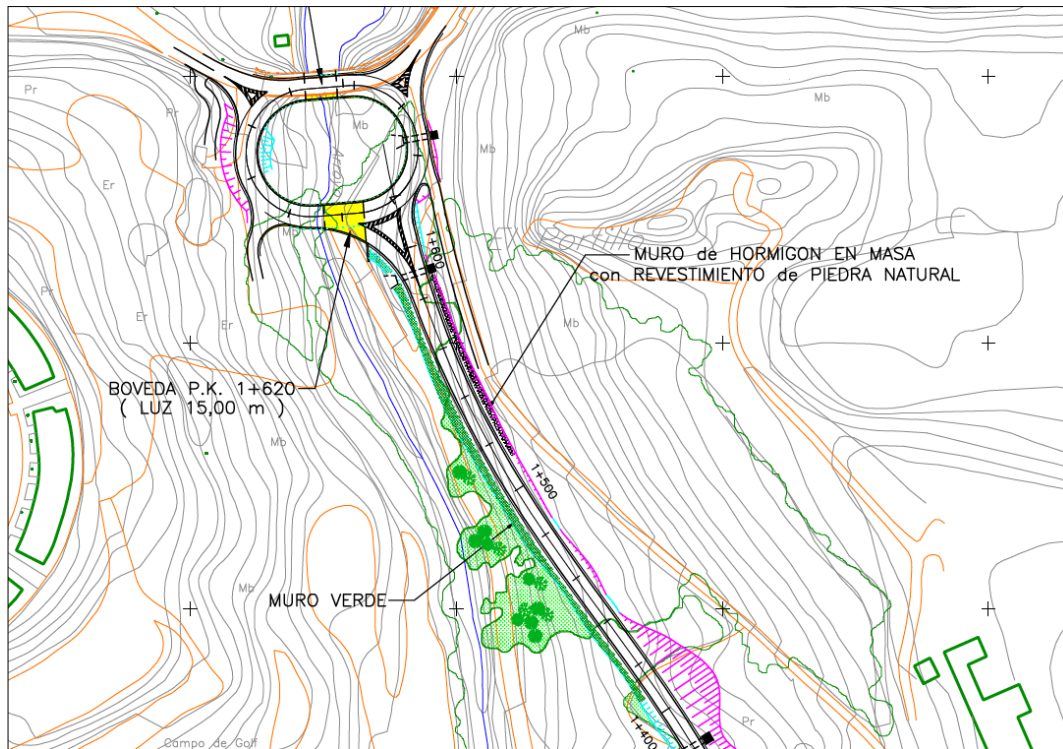
- Trabajos preliminares: 30 días.
- Excavaciones: 120 días.
- Rellenos: 130 días.

La ejecución de las excavaciones y los rellenos se puede hacer de forma conjunta, pero ninguno de ellos puede comenzar hasta que se hayan finalizado los trabajos preliminares, por lo que el plazo de este capítulo será de 30+130 = 160 días, 32 semanas, 8 meses.

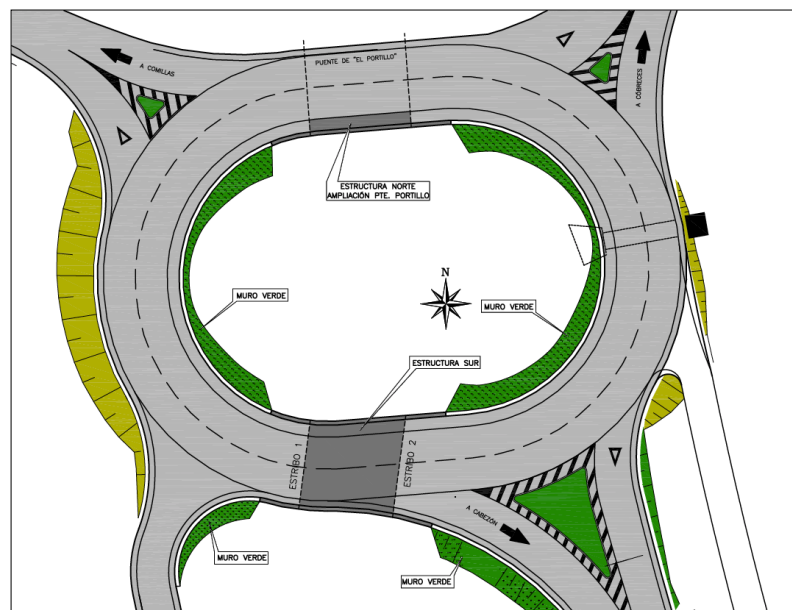
2.2. CAPÍTULO 2: MUROS.

2.2.1. SUBCAPÍTULO 2.1: MUROS VEGETADOS.

Existen diversos muros vegetados situados en la zona final de la traza, el principal se ejecuta en el lado izquierdo de la misma desde el P.K. 1+410 hasta la glorieta final. El objetivo de estos muros es reducir la superficie ocupada y no afectar al cauce del arroyo Gandarilla.



Además, existen diversos muros de esta tipología en el interior de la glorieta final y otro en un camino de acceso.

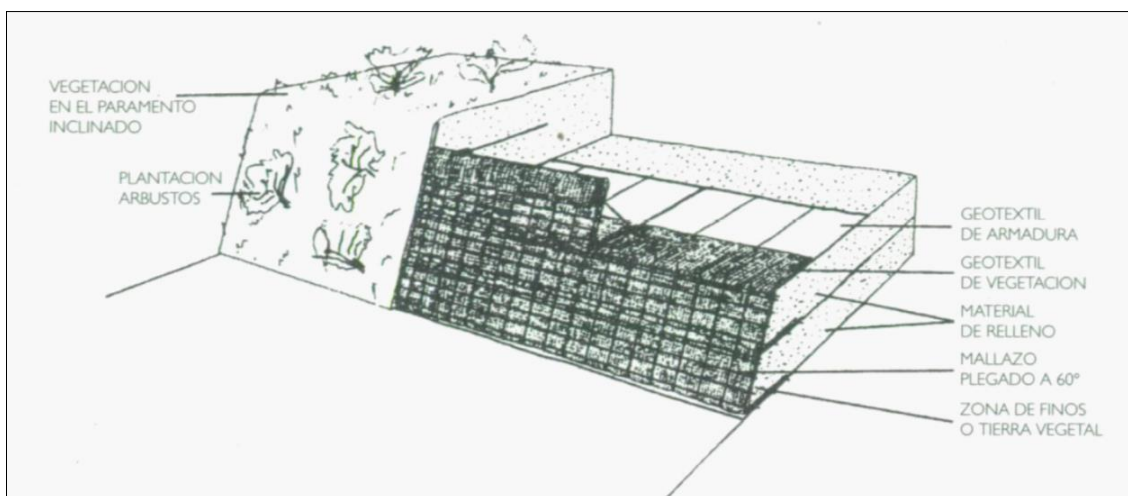


Dado que estos muros se encuentran contiguos a las estructuras finales, la ejecución de los muros tendrá una condición FIN-FIN en el plan de obra con dichas estructuras.

Los elementos constructivos que intervienen en este tipo de muro son:

- Geotextil de armadura.
- Geotextil de vegetación.
- Mallazo de sujeción.
- Material de relleno.

A continuación, se muestra un esquema en perspectiva de un muro vegetado, en el cual aparecen los elementos constructivos nombrados:



Los geotextiles de armadura son las mallas o geotextiles situados entre las tongadas de tierra, cuya misión es reforzar el terraplén y estabilizar el talud. Por lo general están fabricadas a base de fibras de poliéster de alto módulo elástico o de materiales poliolefínicos.

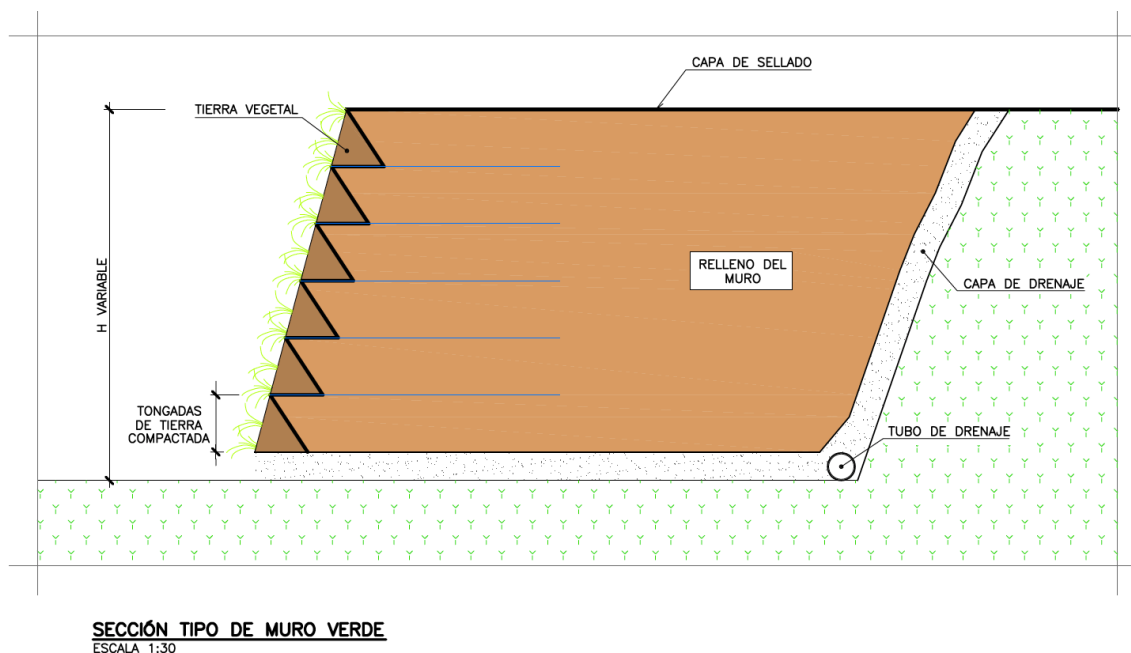
Los geotextiles de vegetación corresponden a las mallas situadas en el paramento exterior del muro, que funcionan como protección contra la erosión y soporte de la hidrosiembra posterior.

El mallazo de sujeción es una malla metálica electrosoldada, cuya misión es conformar la superficie plana exterior dándole la correspondiente pendiente al talud.

Como material de relleno puede utilizarse cualquier material no contaminado por materia orgánica y que pueda ser compactado de forma convencional. Recomendándose normalmente el empleo de materiales granulares de baja o ninguna cohesión, con tamaños máximos no superiores a 250 milímetros. El talud (la parte exterior de cada tongada) se conformará con un material fino (habitualmente tierra vegetal), que constituya una reserva de agua para la vegetación, y que permita el relleno sin huecos tras el mallazo de sujeción. Esta capa permitirá el adecuado crecimiento de la vegetación.

En la zona de contacto del muro con el talud natural se coloca un sistema de drenaje interfase talud natural-relleno, evitándose la filtración de agua hacia el muro que pueden influir en la compactación del mismo y el coeficiente de fricción entre material de relleno

y el de refuerzo. Del mismo modo se elimina el riesgo de colmatación del tubo colector situado en la parte inferior del muro.



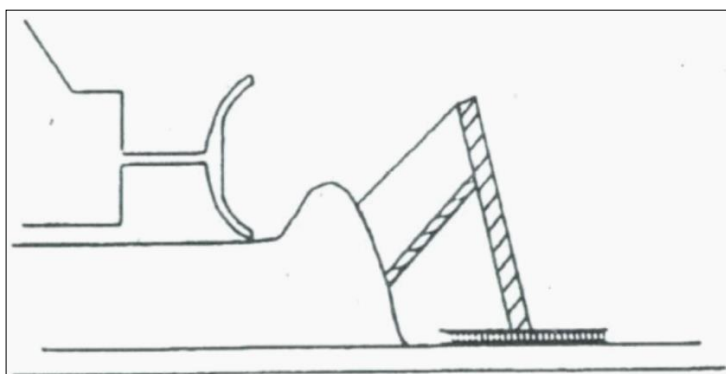
Este tubo colector recoge el agua, evacuándola posteriormente al exterior.

El sistema constructivo de esta tipología de muros se puede resumir en los siguientes pasos:

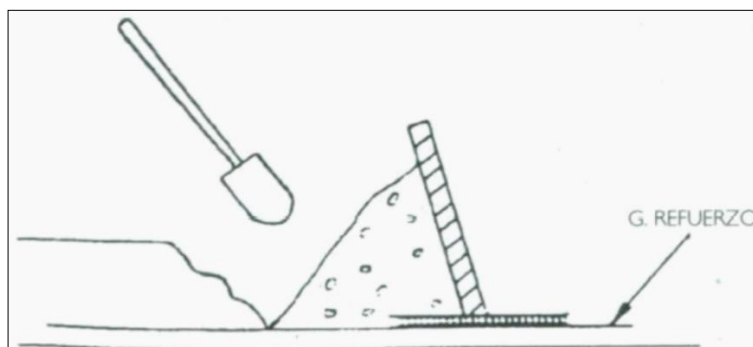
- 1) Replanteo y grado de ejecución del mismo.
- 2) Preparación de la superficie de apoyo.
 - a. El terreno debe estar limpio y liso.
 - b. Colocación de la capa drenante que permita canalizar las aguas que llegan a la cuenca al exterior del muro, sin que éstas perjudiquen a las distintas tongadas de que se compondrá el muro.
- 3) Colocación de los distintos elementos geotextiles.
 - a. Los geotextiles se colocan sobre el terreno cuidando siempre que la disposición del mismo (su dirección longitudinal) sea perpendicular al frente del muro.
 - b. Debe existir una continuidad en el geosintético. En la zona interior se utiliza geotextil y en la zona exterior se coloca una geomalla. Ambas irán cosidas y llevarán un solape de 20 cm, estando el conjunto anclado al terraplén.



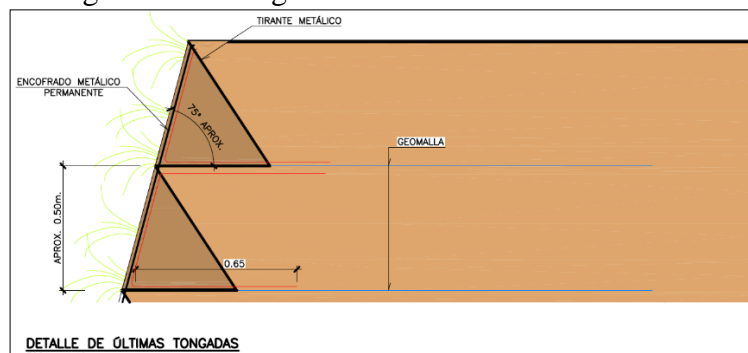
- 4) Instalación del encofrado en el borde del terraplén (mallazo), la altura de las tongadas suele ser de 50 centímetros. Es ahora cuando se fija el ángulo final del terraplén.
- 5) Colocación y compactación de las tierras de relleno, se debe dejar un espacio próximo al paramento para rellenarlo con tierra vegetal o con un material fino que sirva de depósito de agua para la vegetación. Para la extensión del material se utiliza una pala y para la compactación un compactador de rodillo liso. Es importante ejecutar las tongadas con una cierta inclinación hacia el trasdós para facilitar la posible evacuación de agua interior a través del material geotextil hasta la capa drenante durante la ejecución.



- 6) Colocación y compactación de la tierra vegetal. Las fases 5 y 6 pueden ser intercambiadas. Para la compactación de esta zona, debido a su proximidad al talud, se utiliza un compactador manual (medios ligeros).

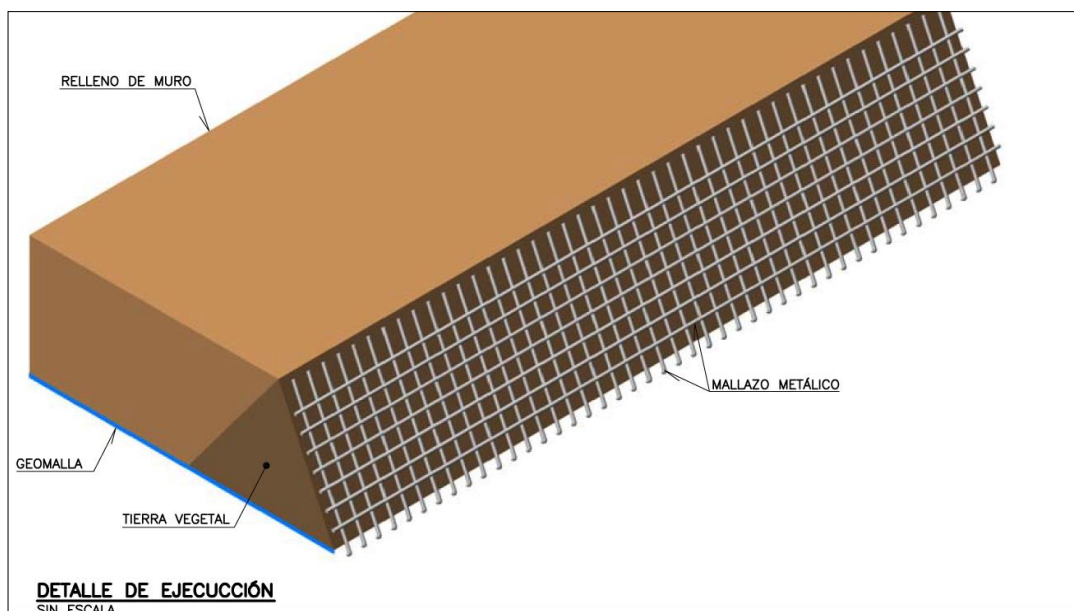


- 7) Ya que el encofrado es permanente y queda perdido en el talud, se envuelve la cara vista con el geotextil de vegetación.



- 8) Se repite el procedimiento anterior desde el punto 3 al 7 tantas veces como sea necesario hasta alcanzar la altura de muro deseada.
- 9) En la parte superior de la última tongada se ejecuta una capa de sellado.
- 10) Vegetación mediante hidrosiembra directa sobre el paramento exterior del muro.
 - a. Para que el arraigo de la vegetación pueda realizarse es necesario que los geotextiles tengan un tamaño de poro no menor de dos milímetros.
 - b. Esta operación de realizarse inmediatamente después de finalizar el muro, para evitar posibles deterioros de la geomalla o geotextil de la cara vista.
 - c. En otras ocasiones, y por diversas razones, en lugar de la hidrosiembra se puede proyectar gunita o cubrirse con un geotextil que evite el lavado de finos y el deterioro de la cara vista.

A continuación, se muestra un esquema de una tongada de esta tipología de muro:



Se continúa con la descripción de las diferentes unidades de obra que conforman el presupuesto del proyecto.

2.2.1.1. Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160.

Esta unidad corresponde al material drenante instalado en el muro vegetado para facilitar el transporte del agua hacia el tubo dren, y así evacuarlo en longitudinal.

Su coste unitario se estima en 15 €/m (imputado al tubo) + 5 €/m (imputado al material drenante) = 20 €/m.

Con una medición de 200 metros, su coste total asciende a:

$$\text{Coste zanja drenante con dren} = 20'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 200 \text{ m}^3 = 4.000'00 \text{ €}$$



2.2.1.2. Lámina drenante.

Esta unidad corresponde a la lámina de impermeabilización que se coloca entre la capa de drenaje del muro y las tierras del trasdós del mismo para evitar que agua procedente de las mismas afecten al muro.

Su coste estimado es de 16 €/m², por lo que, para una superficie de 2.830 m², resulta un coste total de:

$$\text{Coste lámina drenante} = 16'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 2.830 \text{ m}^2 = 45.280'00 \text{ €}$$

2.2.1.3. Muro vegetado.

En esta unidad se incluye el coste del geotextil de armadura, del geotextil de vegetación, la mano de obra y la maquinaria empleada para la ejecución del muro vegetado.

Se estima que se ejecuta una tongada cada dos días, cada tongada es de aproximadamente 200 metros, por lo que cada día se ejecutan 100 metros. El espesor de cada tongada es de 50 centímetros.

Hablando en metros lineales de muro y asumiendo que el muro tiene en torno a 7-8 metros de anchura, la cuantía de geotextil de armadura será de 16 metros para cada tongada (8 metros de la parte inferior de la tongada + 8 metros de la envuelta superior de la tongada), la cual tiene un coste unitario de 2 €/m². Tenemos un coste unitario de geotextil de armadura de 32 euros por cada metro cuadrado de muro.

En cada tongada existirá 4 metros de geotextil de vegetación, la cual tiene un coste unitario de 4 €/m². Tenemos un coste unitario de geotextil de vegetación de 16 euros por cada metro cuadrado de muro.

Se estima un coste de personal de 600 euros al día, como se ejecutan 100 metros de longitud y 50 centímetros de espesor, este coste unitario será de 12 €/m². El coste de maquinaria (pala + rodillo) se estima en el mismo valor, 12 €/m².

Por lo que resulta un coste total de 32+16+12+12= 72'00 €/m².

Debido a la diferencia de la longitud del geotextil de armar en función de la altura a la que se encuentra la tongada correspondiente dentro del muro, se asume el coste anterior para cuando dichas tongadas están entre 0 y 6 metros de altura; estimándose un sobrecoste en el mismo de 10 euros (82'00 €/m²) cuando la tongada se encuentra entre los 6 y los 9 metros de altura.

Por tanto, tenemos un coste de 72'00 €/m² cuando la franja horizontal de muro está comprendida entre 0 y 6 metros de altura y con una superficie correspondiente de 510 m², tenemos un coste total de 36.720'00 €.

Tenemos un coste de 82'00 €/m² cuando la franja horizontal de muro está comprendida entre 6 y 9 metros de altura y con una superficie correspondiente de 810 m², tenemos un coste total de 66.420'00 €.

2.2.1.4. Plazo de ejecución de los muros vegetados.

En esta tipología de muro, se estima un rendimiento de ejecución de una tongada cada 2 días, más o menos 100 metros de tongada al día, siendo la tongada de 50 centímetros, por tanto, al día se ejecutan 50 m² de muro vegetado.

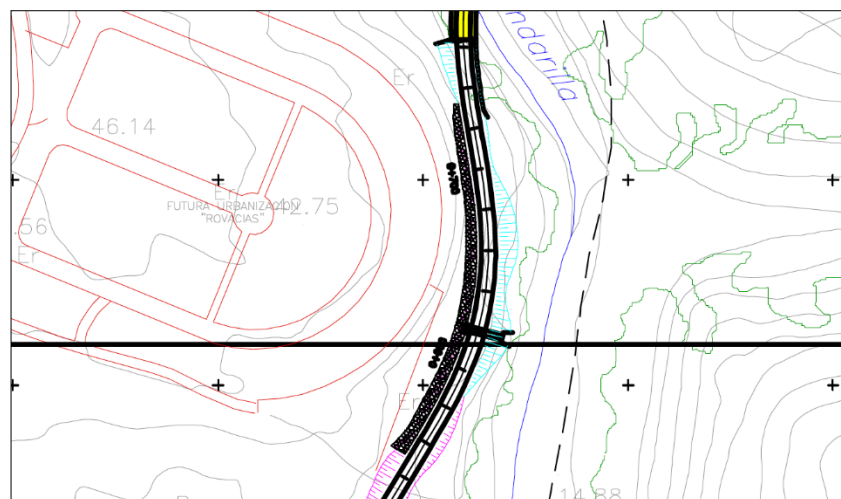
Se conoce la superficie exterior de muro: $510 + 810 = 1.320 \text{ m}^2$.

Por lo que el tiempo de ejecución del muro vegetado será:

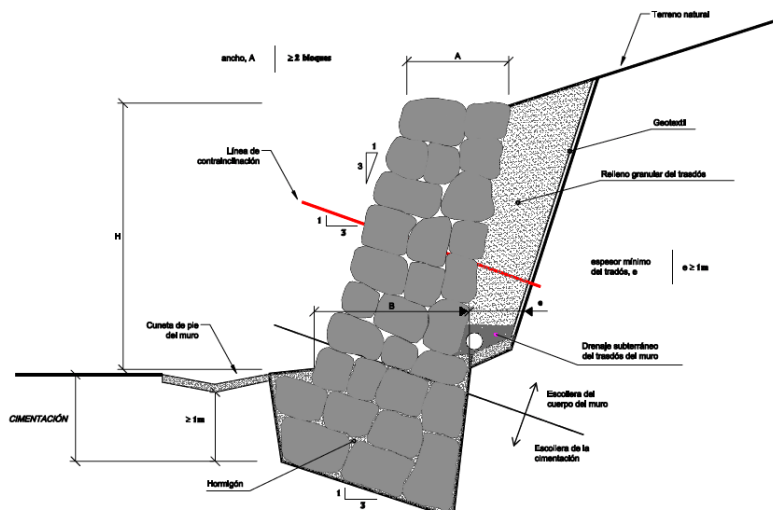
$$\text{Tiempo muro vegetal} = \frac{1.320 \text{ m}^2}{50 \text{ m}^2} = 27 \text{ días}$$

2.2.2. SUBCAPÍTULO 2.2: MUROS DE ESCOLLERA.

El muro de escollera se sitúa en el margen izquierdo comprendido entre los P.K. 0+550 y 0+730 con una altura de entre 3 y 11 metros como se indica en los planos, este muro se ejecuta con el objetivo de limitar la superficie ocupada y no afectar a la urbanización existente en la ladera Oeste del arroyo Gandarilla.



MUROS DE CONTENCIÓN DE ESCOLLERA



DIMENSIONES DE MUROS DE ESCOLLERA

H (m)	A (m)	B (m)	Sadm (kp/cm ²)
3,00	2,00	2,35	1,0
3,50	2,05	2,40	1,5
4,00	2,30	2,70	1,5
4,50	2,50	2,95	2,0
5,00	2,75	3,25	2,0
5,50	3,00	3,55	2,0
6,00	3,20	3,80	2,0
6,50	3,45	4,10	2,5
7,00	3,70	4,40	2,5
7,50	3,95	4,70	2,5
8,00	4,15	4,95	2,5
8,50	4,40	5,25	3,0
9,00	4,65	5,55	3,0
9,50	4,85	5,80	3,0
10,00	5,10	6,10	3,0
10,50	5,35	6,40	3,4
11,00	5,55	6,65	3,4

NOTAS

SE GARANTIZARÁ UNA PRESIÓN ADMISIBLE EN EL TERRENO NO INFERIOR A Sadm

LA PROFUNDIDAD DEL CIMIENTO SERÁ DE 1,00 m SALVO QUE SE REQUIERA AUMENTARLA PARA ALCANZAR TERRENO FIRME

Proceso constructivo:

El muro de escollera es una estructura de contención que tiene como objetivo retener las tierras contenidas en su trasdós mediante el empleo de piedras de grandes dimensiones.

La ejecución del muro comprende las siguientes operaciones:

- 1) Preparación del terreno y del fondo de excavación para ejecutar el cimiento.
- 2) Ejecución del cimiento del muro.
- 3) Ejecución del drenaje.
- 4) Colocación de las piedras del muro y del relleno del trasdós.
- 5) Relleno de los huecos del paramento visto del muro con hormigón.

Materiales:

- Escollera: será de roca natural, procedente de voladura o de préstamo, sana y no alterable por los agentes atmosféricos. Los bloques serán irregulares comprendidos en un peso entre 500 y 3.000 kg.
- Relleno del trasdós: únicamente se utilizarán materiales granulares procedentes de rocas estables de acuerdo con lo especificado en el PG-3.

2.2.2.1. Relleno localizado de material drenante.

Este relleno está localizado se ubica en el trasdós del muro. Su ejecución se realiza a la vez y con los mismos medios que se colocan los bloques de escollera. Se coloca además una lámina de geotextil para facilitar el drenaje de las aguas.

Este relleno irá colocado sobre a malla geotextil que impermeabiliza la parte inferior del dren y encauza el agua al tubo de PVC de drenaje longitudinal.

El relleno drenante se coloca en tongadas de espesor uniforme no superior a 25 cm. Posteriormente se realiza la humectación de la tongada y por último se realiza su compactación.

Para esta unidad de obra se necesita un equipo formado por una retroexcavadora, y un rodillo compactador vibratorio. Esta unidad se ejecuta conjuntamente con la colocación de la escollera del muro, como el rendimiento de ejecución de esta unidad es mayor que el de la colocación de la escollera, no se considera limitante.

Con un coste unitario de 21'50 €/m³ (precio similar a la 2.1.5.2. Escollera en base de asiento de obras de fábrica, excepto porque el transporte en este caso se cifra en 2 €/m³ en vez de en 3 €/m³, debido a que el mismo no requiere de camiones con la caja reforzada), resulta un coste de la unidad de:

$$\text{Costes relleno material drenante} = 21'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 960 \text{ m}^3 = 20.640'00 \text{ €}$$

2.2.2.2. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón vertido entre la escollera correspondiente a la cimentación del muro.

Esta unidad requiere de un equipo formado por:

- Camión hormigonera.
- 3 peones.

En el hormigón vertido para esta unidad, se estima un rendimiento de 50 m³/h.

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	Costes (€/m ³)
Mano de obra	6,00
Material	58,85
Coste directo	64,85

Por lo que, para un equipo, y con un volumen de 378'532 m³, resulta un tiempo de ejecución:

$$Tiempo HM - 15 = \frac{378'532 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{h}} = 8 \text{ h}$$

Coste de ejecución:

$$Coste HM - 15 = 64'85 \frac{€}{m^3} * 378'532 \text{ m}^3 = 24.547'80 €$$

2.2.2.3. Muro de escollera.

Los bloques de escollera se colocan formando en cuerpo del muro asegurando su estabilidad y manteniendo un talud en la cara vista de 1:3.

Los bloques de escollera se seleccionarán específicamente para el hueco que han de ocupar para asegurar un mínimo volumen de huecos y también para asegurar una buena trabazón y estabilidad. Para asegurar la estabilidad de los bloques cada uno de ellos deberá apoyar su cara inferior en al menos dos bloques de la hilada inferior y estar en contacto con los bloques laterales adyacentes y además con otros dos de la hilada superior. También se tratará de no crear planos horizontales ni verticales entre las distintas capas de bloques y así conseguir una colocación alterna.

Para facilitar los trabajos de colocación de los bloques se puede disponer de un relleno provisional frente al paramento visto que ha de retirarse después de la ejecución del muro, cuidando de que no quede material de relleno entre los bloques de escollera que pueda mermar sus propiedades drenantes.



Como ya se detalló en una unidad anterior (2.1.5.2. Escollera en base de asiento de obras de fábrica) el coste unitario para esta unidad es de 16'50 €/m³ y su rendimiento de ejecución es de 100 m³/día.

Por lo que resulta un coste total, con una medición de 6.510'04 m³, de:

$$\text{Coste total escollera} = 16'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 6.510'04 \text{ m}^3 = 107.415'66 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo escollera} = \frac{6.510'04 \text{ m}^3}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 651\text{h}$$

2.2.2.4. Hormigón en relleno de huecos de escollera.

El relleno de los huecos de la escollera mediante hormigón se hace de forma prácticamente manual por los operarios. Al no formar parte de una actividad crítica, el tiempo de ejecución no hace falta estimarse.

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Hormigón en relleno de huecos de escollera	Costes (€/m ³)
Mano de obra	20,00
Material	55,97
Coste directo	75,97

Por lo que, para un volumen de 660 m³, resulta un coste de ejecución de:

$$\text{Coste Hormigón de relleno} = 75'97 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 660 \text{ m}^3 = 50.140'20 \text{ €}$$

2.2.2.5. Plazo de ejecución del muro de escollera.

En la ejecución del muro de escollera se recogen los siguientes plazos, para un único equipo de trabajo:

- Relleno localizado de material drenante: no es limitante al ejecutarse junto con la colocación de la escollera.
- Vertido de hormigón en masa: 1 días.
- Colocación de los bloques de escollera: 65 días.
- Hormigón de relleno.

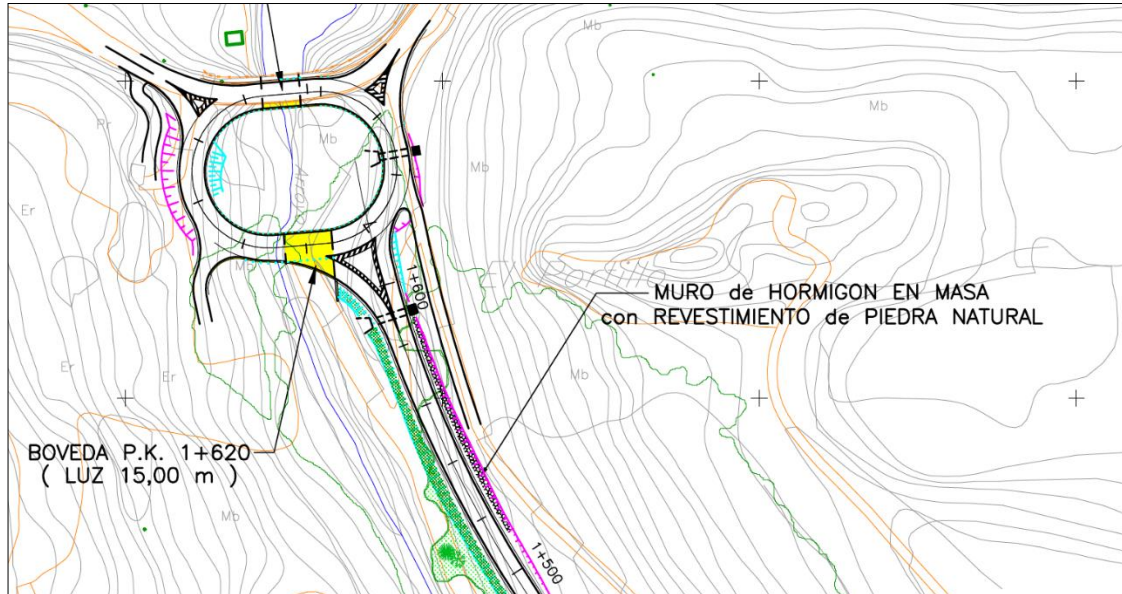
El vertido de hormigón será anterior a la colocación de los bloques de escollera, para lo cual se utilizarán 3 equipos, lo cual reduce el tiempo de colocación a casi 22 días.

Por tanto, el tiempo conjunto de ejecución del muro es de 1 + 22 = **23 días**.

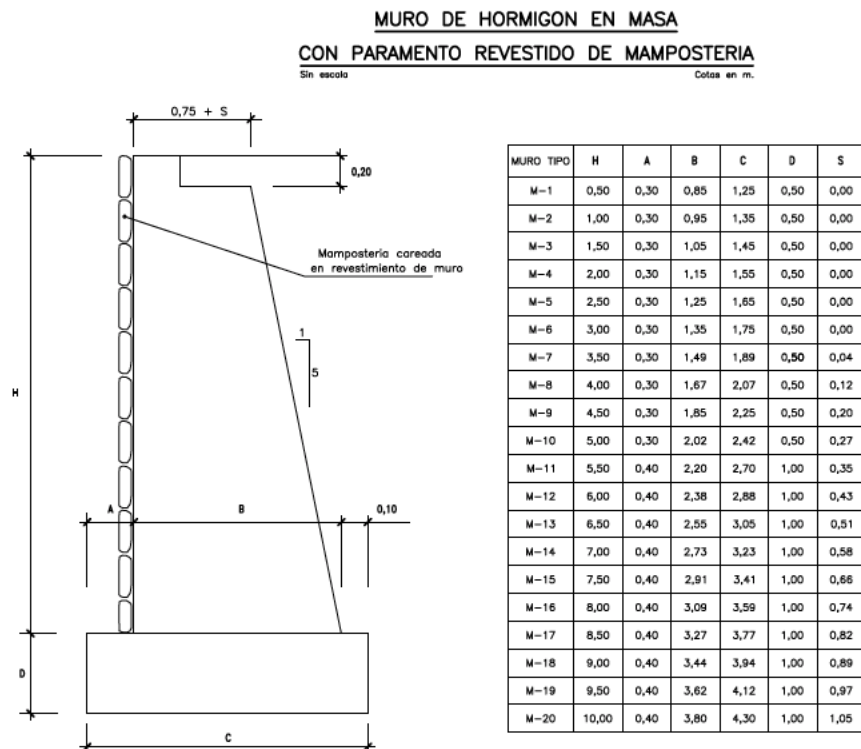
La ejecución del muro de escollera como se encuentra por encima de la plataforma podrá ejecutarse una vez se hayan ejecutado las explanaciones.

2.2.3. SUBCAPÍTULO 2.3: MUROS DE HORMIGÓN EN MASA.

Este subcapítulo corresponde a la ejecución de los muros de hormigón en masa situados entre el P.K. 1+510 y el final de la traza (en el margen derecho) con el fin de evitar afecciones al camino existente y a los yacimientos arqueológicos de la zona.



En la siguiente imagen se muestra el dibujo que figura en los planos sobre este elemento:

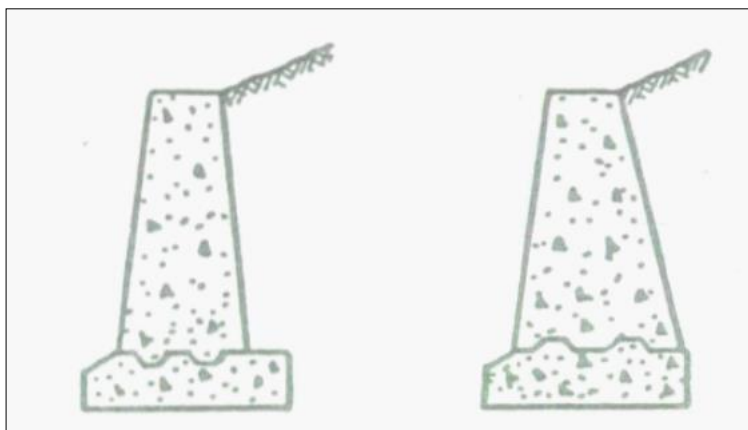


La ejecución será por módulos de 15 metros de longitud, para así disminuir el efecto de generación de fisuras debido a la retracción que se produce en el hormigón durante el fraguado del mismo.

El procedimiento de ejecución será el siguiente:

- 1) Excavación y preparación del fondo de cimentación.
- 2) Hormigón de limpieza en la base de cimentación.
- 3) Encofrado de la zapata.
- 4) Vertido del hormigón correspondiente a la zapata y vibrado del mismo, lo realizarán dos operarios con vibradores eléctricos.
- 5) Fraguado del hormigón (2 días).
- 6) Desencofrado de la zapata.
- 7) Encofrado de los alzados del muro.
- 8) Bombeo del hormigón y vibrado del mismo, lo realizarán dos operarios con vibradores eléctricos.
- 9) Fraguado del hormigón (2 días).
- 10) Desencofrado de los alzados.
- 11) Colocación de la mampostería careada en el revestimiento del muro y relleno del trasdós del muro con el material drenante.

Para evitar un problema de deslizamiento del alzado con respecto a la zapata, es interesante realizar unas hendiduras entre ambos elementos como se muestra a continuación:



2.2.3.1. Excavación en zanjas y pozos.

La excavación en zanjas y pozos se realizarán de tal manera que los taludes queden con una inclinación tal que esté asegurada su seguridad para el tipo de terreno.

Para la excavación se emplean retroexcavadoras del tipo Caterpillar 225 con un rendimiento de 400 m³/día y un coste de 75 €/h, lo que da como resultado un coste unitario de 1'87 €/m³, con un volumen de 804'6 m³, resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 804'6 \text{ m}^3 = 1.504'60 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas} = \frac{804'6 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 20 \text{ h}$$

2.2.3.2. Relleno localizado de material drenante.

Similar a lo detallado en el apartado 2.2.2.1. de este mismo documento.

Con un coste unitario de 21'50 €/m³, y con un volumen de 341 m³, resulta un coste de:

$$\text{Costes relleno material drenante} = 21'50 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 341 \text{ m}^3 = 7.331'50 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo relleno localizado} = \frac{342 \text{ m}^3}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 34'2 \text{ h}$$

2.2.3.3. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza colocado para regularizar la base de asiento de la zapata del muro, su coste unitario es de 64'85 €/m³ y su rendimiento de vertido de 50 m³/hora.

Por lo que, para un equipo, y con un volumen de 21 m³, resulta un tiempo de ejecución:

$$\text{Tiempo HM} - 15 = \frac{64'85 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h}$$

Coste de ejecución:

$$\text{Coste HM} - 15 = 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 21 \text{ m}^3 = 1.368'34 \text{ €}$$

2.2.3.4. Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón utilizado en la zapata del muro. Su descripción es similar a la del apartado 2.2.2.2. de este mismo documento.

Se asumen un rendimiento de los camiones hormigonera de 50 m³/h, el cual se supone como el rendimiento de los equipos de trabajo.

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido	Costes (€/m ³)
Mano de obra	6,00
Material	70,69
Coste directo	76,69

Por lo que, para un equipo, y con un volumen de 95 m³, resulta un tiempo de ejecución:

$$\text{Tiempo HM} - 25, \text{vertido} = \frac{95 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 2 \text{ h}$$

Coste de ejecución:

$$\text{Coste HM} - 25, \text{vertido} = 76'69 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 95 \text{ m}^3 = 7.323'90 \text{ €}$$

2.2.3.5. Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al hormigón bombeado que se emplea en el alzado del muro.

En esta unidad, a diferencia de las anteriores relacionadas con el vertido del hormigón, es necesario utilizar una bomba de hormigón, la cual va acoplada al camión hormigonera. El camión bomba de hormigón irá justo por delante del avance del hormigonado, para que pueda desplazar se sin dificultad a medida que avanza la obra. A continuación, se muestra una imagen de un camión bomba:



Para el vibrado del hormigón son necesarios 2 operarios y es necesario un tercer operario que será el responsable del manejo de la manguera del camión bomba.

Cuando el hormigón es bombeado, su ejecución tiene el rendimiento de la bomba, el cual es de 40 m³/hora.

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante bombeo	Costes (€/m ³)
Mano de obra	6,00
Material	70,69
Extra bombeo	5,00
Coste directo	81,69

Por lo que, para un equipo, y con un volumen de 432'875 m³, resulta un tiempo de ejecución:

$$\text{Tiempo HM} - 25, \text{ bombeo} = \frac{432'875 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 10'8 \text{ h}$$

Coste de ejecución:

$$\text{Coste HM} - 25, \text{ bombeo} = 81'69 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 432'875 \text{ m}^3 = 35.361'56 \text{ €}$$

2.2.3.6. Encofrado recto.

El encofrado se utilizará para la ejecución del hormigonado del muro de hormigón en masa.

El equipo de trabajo requiere de 4 operarios (3 oficiales de 1ª y 1 peón) y un camión grúa, (aproximadamente 80 €/h el equipo).

Esta unidad incluye la adquisición, colocación y desencofrado del material; con un coste unitario de 24 €/m² (16 se imputan al material y el resto a la amortización y maquinaria) y un rendimiento por equipo:

$$\text{Rendimiento encofrado recto} = \frac{80 \frac{\text{€}}{\text{h}}}{16 \frac{\text{€}}{\text{m}^2}} \approx 5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}$$

Por lo que, para una superficie total de 1240 m², resultan los siguientes costes y tiempos:

$$\text{Costes encofrado recto} = 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} * 1240 \text{ m}^2 = 29.760'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto} = \frac{1240 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 248 \text{ h}$$

2.2.3.7. Chapado de piedra con mampuesto careado de espesor no inferior a 10 cm.

Esta unidad corresponde al revestimiento que se le ejecuta al muro de hormigón en masa por su cara vista.

Posterior al replanteo del muro, se realiza la limpieza y humectación del lecho de la primera hilada de mampuestos sobre una capa de mortero. En cuanto a la terminación, el conjunto será monolítico, no presentará excentricidades y tendrá buen aspecto.

La mano de obra requerida para la ejecución de esta unidad serán equipos formados por un oficial colocador de piedra natural y un peón como ayudante, se ha estimado un rendimiento de 5'4 m²/día. El coste unitario de esta unidad es de 80 €/m².



Por lo que, para una superficie total de 380 m², resultan los siguientes costes y tiempos:

$$\text{Costes chapado} = 80 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} * 380 \text{ m}^2 = 30.400'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo chapado} = \frac{380 \text{ m}^2}{5'4 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 70'4 \text{ h}$$

2.2.3.8. Plazo de ejecución del muro de hormigón en masa.

Aunque se han detallado los tiempos de ejecución de cada unidad por separado, se calcula un tiempo de ejecución más real teniendo en cuenta la ejecución por módulos del muro. Considerando una longitud del muro de 80 metros, resultando 5 módulos de 15 metros y un módulo de 5 metros. He supuesto que toda la longitud del muro tiene una sección constante.

Lo primero será la excavación de la zanja (20 horas), pero dado que la extensión del hormigón de limpieza es mínima, esta puede comenzar antes de que se haya acabado completamente la excavación, voy a suponer que ambas (incluyendo el fraguado de este hormigón) ocupan los tres primeros días y el cuarto día podemos comenzar con el proceso repetitivo de ejecución de los módulos.

El cuarto día comenzaremos con el encofrado del primer módulo, como el volumen del hormigón para la zapata (el vertido) es casi una cuarta parte del de los alzados (el bombeado) voy a asumir que el encofrado se reparte de la misma forma, una quinta parte para la zapata y el resto para el hormigón. Teniendo en cuenta lo anterior, usaremos la mañana del cuarto día para encofrar la zapata ((15m/80m)*0'2*248 horas = 8 horas) y verter su hormigón ((15m/80m)*2 horas = 0'4 horas). El cuarto día lo ocupa el encofrado y el vertido. El quinto y sexto día lo ocupa el fraguado, cuya tarde se desencofra. La ejecución de una zapata dura 3 días.

El séptimo día se podrá continuar tanto con la ejecución del alzado del primer módulo como la ejecución de la zapata del segundo módulo; diferenciándose a partir de este momento entre dos equipos independientes, uno para las zapatas y otro para los alzados. El equipo de las zapatas continuará el siguiente plan:

- Zapata 1: días 4, 5 y 6.
- Zapata 2: días 7, 8 y 9.
- Zapata 3: días 10, 11 y 12.
- Zapata 4: días 13, 14 y 15.
- Zapata 5: días 16, 17 y 18.
- Zapata 6: días 19, 20 y 21; aunque este módulo sea de menores dimensiones le supongo la misma duración para incluir el medio día de encofrado y vertido del hormigón.

Para la ejecución del alzado del primer módulo, comenzaré el séptimo día con el encofrado ((15m/80m)*0'8*310 horas = 36 horas, supondré dos equipos de encofrado para que este plazo se reduzca a 2 días), el noveno día se bombea el hormigón ((15m/80m)*11 horas = 2 horas), incluyendo el bombeo en los 2 días de fraguado. Por tanto, la ejecución de cada alzado durará 4 días. El equipo de los alzados seguirá el plan que se detalla a continuación:



- Alzado 1: días 9, 10, 11 y 12.
- Alzado 2: días 13, 14, 15 y 16.
- Alzado 3: días 17, 18, 19 y 20.
- Alzado 4: días 21, 22, 23 y 24.
- Alzado 5: días 25, 26, 27 y 28.
- Alzado 6: días 29, 30, 31 y 32.

Por lo descrito anteriormente se asume que la ejecución de este muro durará **32 días**.

Este elemento podrá comenzar a ser ejecutado una vez hayan sido ejecutadas las explanaciones de su localización.

2.2.4. Plazo de ejecución de los muros.

La ejecución del muro de escollera es independiente de la ejecución de los otros muros, podrá comenzarse cuando sea ejecutada la explanación de su localización.

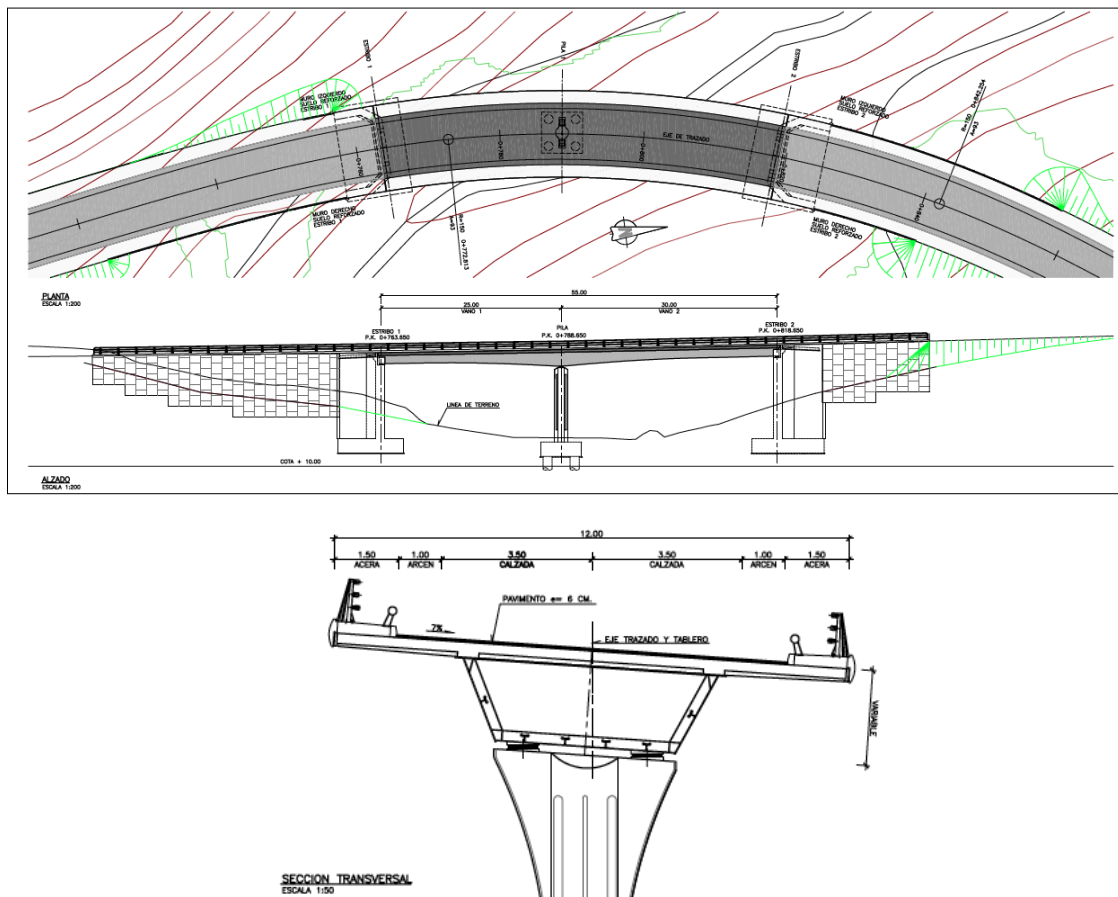
Por otro lado, la ejecución del muro vegetado y del muro de hormigón en masa están relacionadas, ya que el muro de hormigón en masa no podrá ser ejecutado hasta ejecutada su explanación y esta se ejecutará a la vez que el muro vegetado, el cuál finaliza con las explanaciones.

2.3. CAPÍTULO 3: ESTRUCTURAS.

En este capítulo se explicarán los procesos constructivos de las diferentes estructuras que incluye la ejecución de la obra. Las estructuras a ejecutar son 4: 2 nuevos puentes a lo largo del trazado, una bóveda de nueva planta para la glorieta situada al final de la traza en la zona del Portillo y la última es una ampliación del actual puente en esa misma zona mediante la ejecución de una bóveda anexa que se unirá a la estructura original.

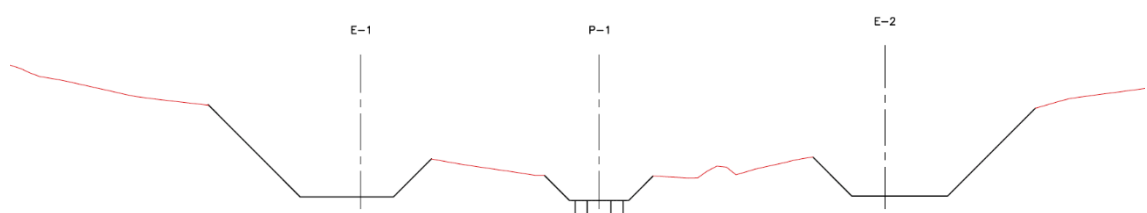
Estructura 1.

La primera estructura de la obra es un puente de 55 metros, dividido en dos vanos de 25 y 30 metros, con pila intermedia, estribos y muros de tierra armada como terraplenes de aproximación. En los planos se indica con una nota que la estructura ha sido diseñada teniendo en cuenta las fases constructivas señaladas y que cualquier alteración en las mismas implicará la necesidad de un recálculo, por lo que se seguirán dichas fases.

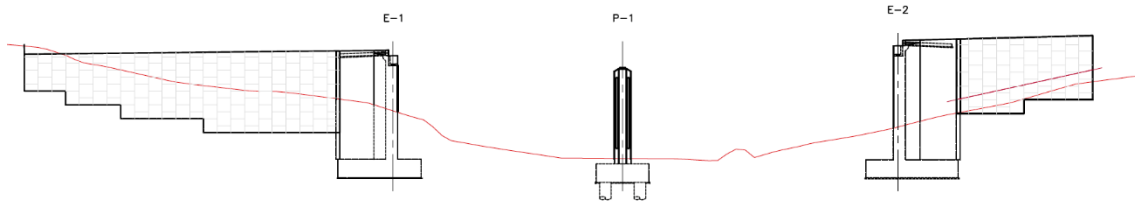


Según el proyecto las fases de ejecución son las siguientes:

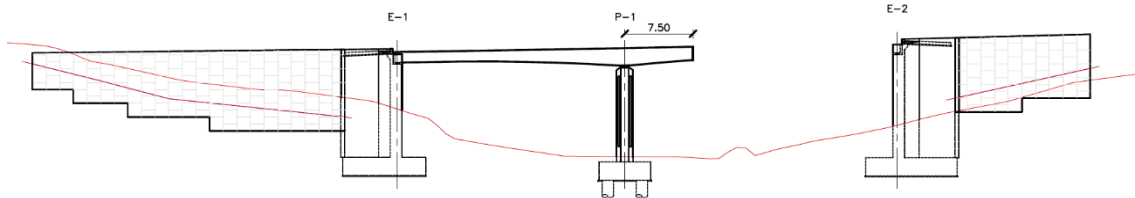
- 1) Excavación de cimientos en pilas y estribos.



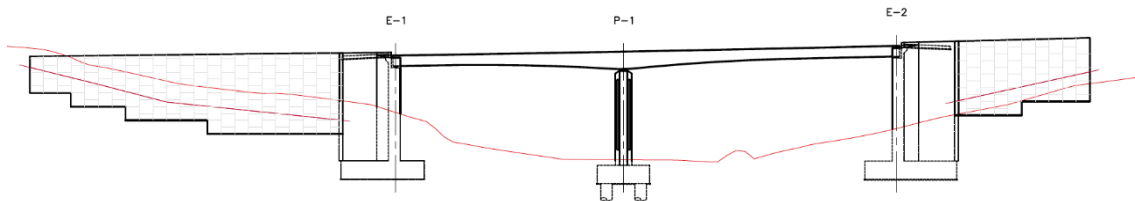
2) Ejecución de estribos, pila y muros de tierra armada.



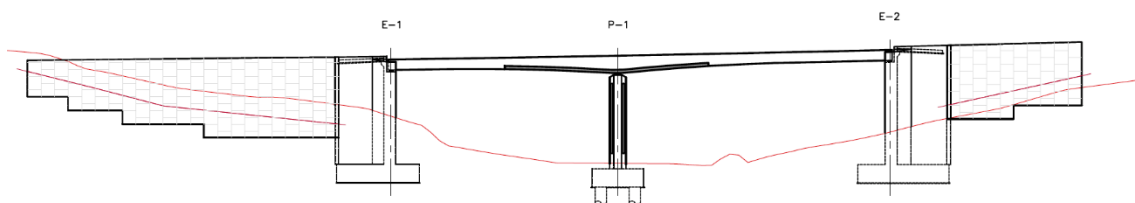
3) Ejecución de la primera fase del cajón.



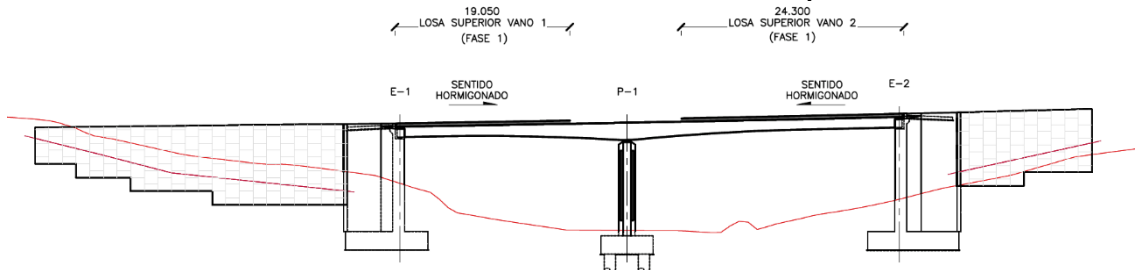
4) Ejecución de la segunda y última fase del cajón.



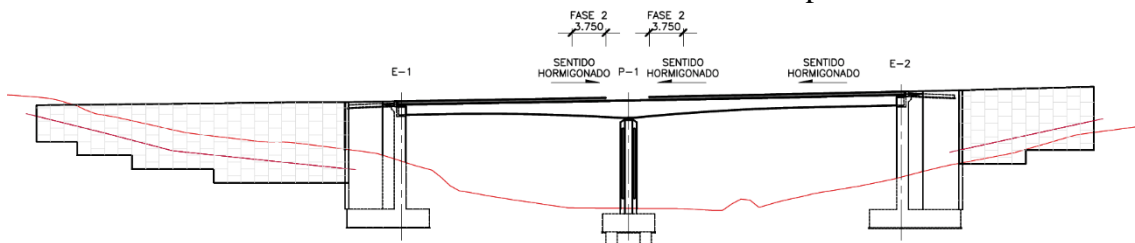
5) Ejecución de hormigonado de losa inferior.



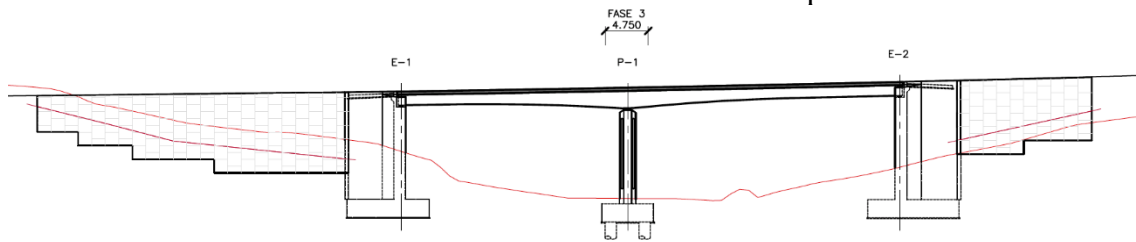
6) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 1). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.



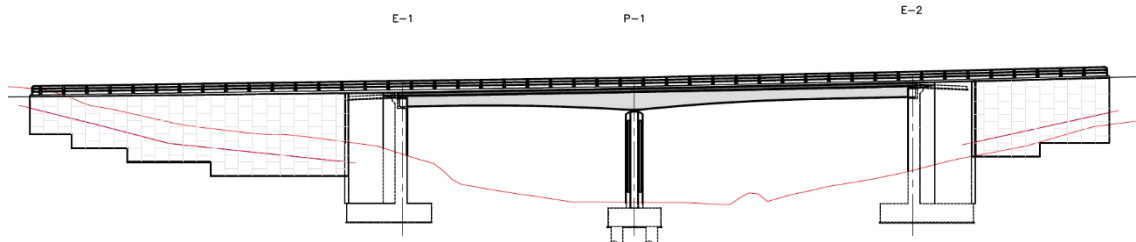
7) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 2). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.



- 8) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 3). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.

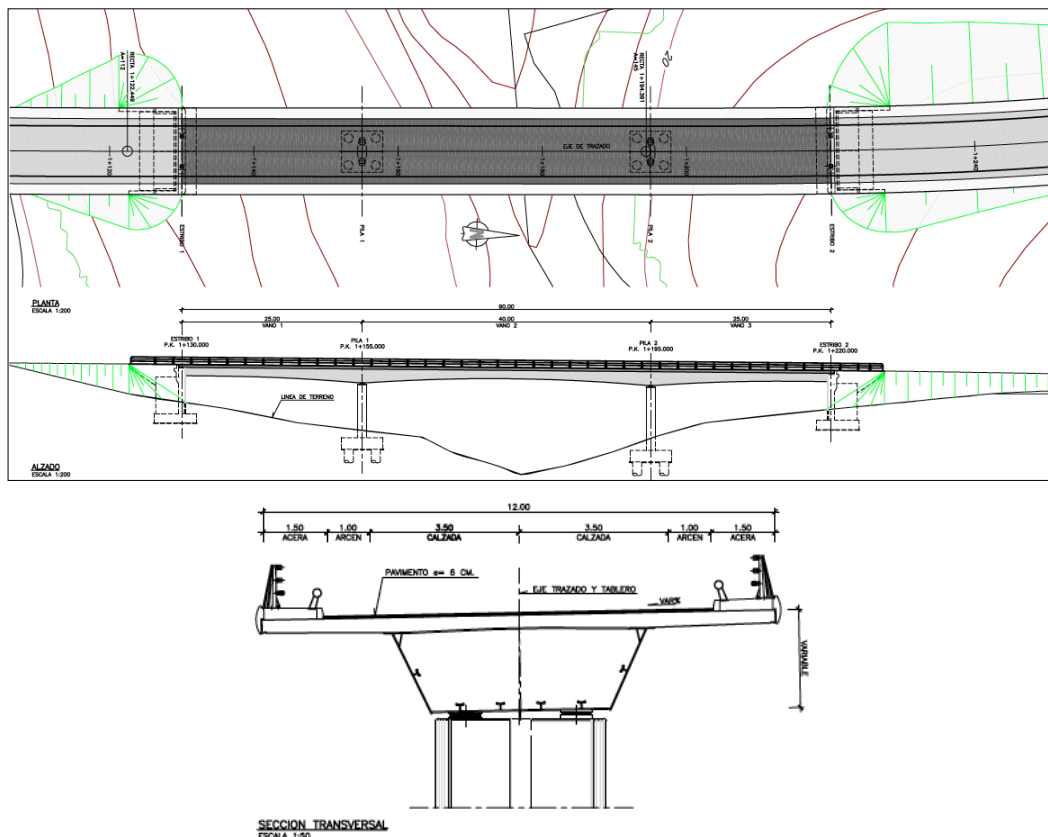


- 9) Ejecución de remates y acabados.



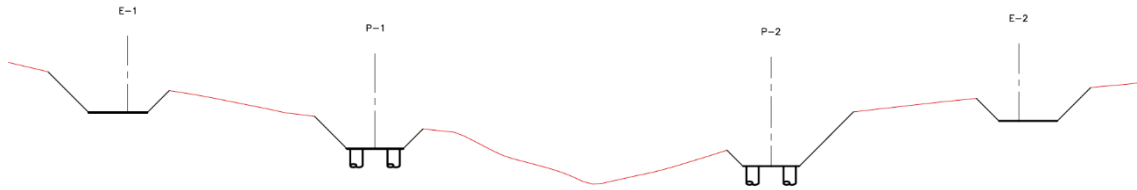
Estructura 2.

La segunda estructura de la obra es un puente de 90 metros, dividido en tres vanos de 25, 40 y 25 metros, dos pilas intermedias y estribos con aletas que se adaptan a la superficie del terraplén de aproximación. En los planos se indica con una nota que la estructura ha sido diseñada teniendo en cuenta las fases constructivas señaladas y que cualquier alteración en las mismas implicará la necesidad de un recalcu, por lo que se seguirán dichas fases.

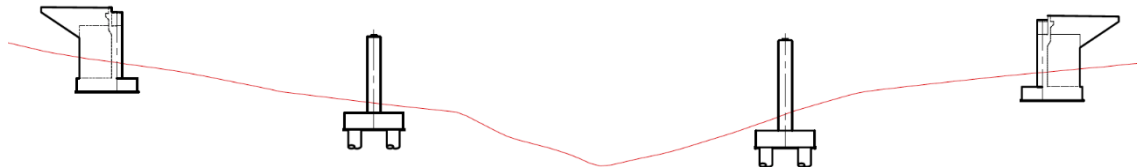


Según el proyecto las fases de ejecución son las siguientes:

- 1) Excavación de cimientos en pilas y estribos.



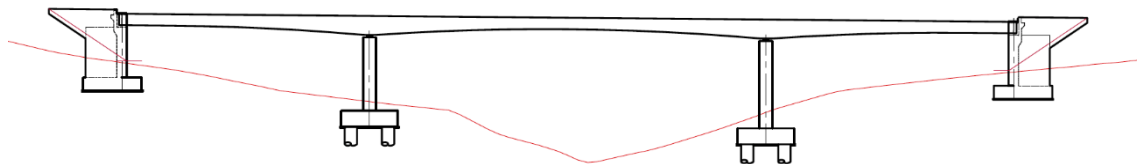
- 2) Ejecución de estribos y pilas.



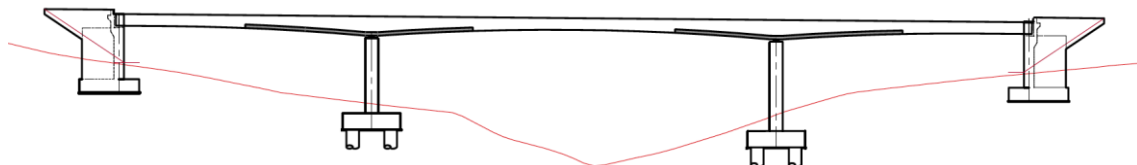
- 3) Ejecución de la primera fase del cajón.



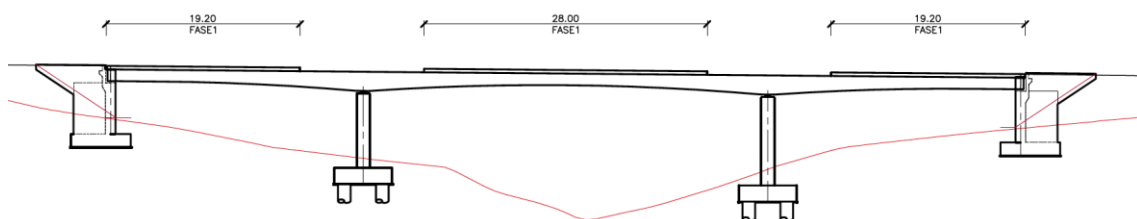
- 4) Ejecución de segunda fase del cajón.



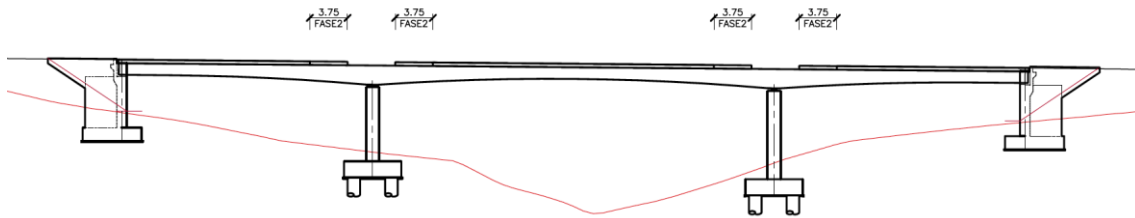
- 5) Ejecución de hormigonado de losas inferiores.



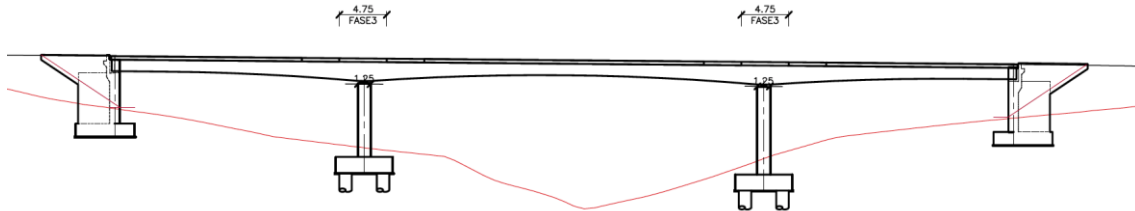
- 6) Ejecución de la primera fase de hormigonado de losa superior.



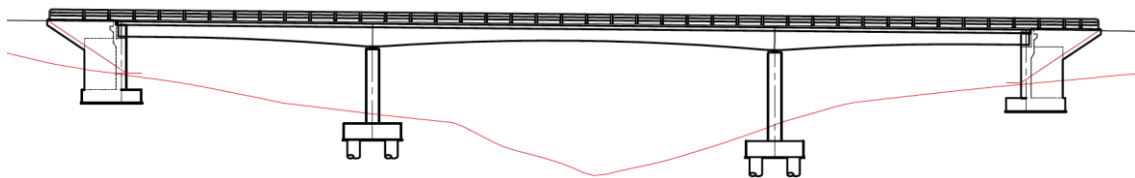
7) Ejecución de la segunda fase de hormigonado de losa superior.



8) Ejecución de la tercera fase de hormigonado de losa superior.



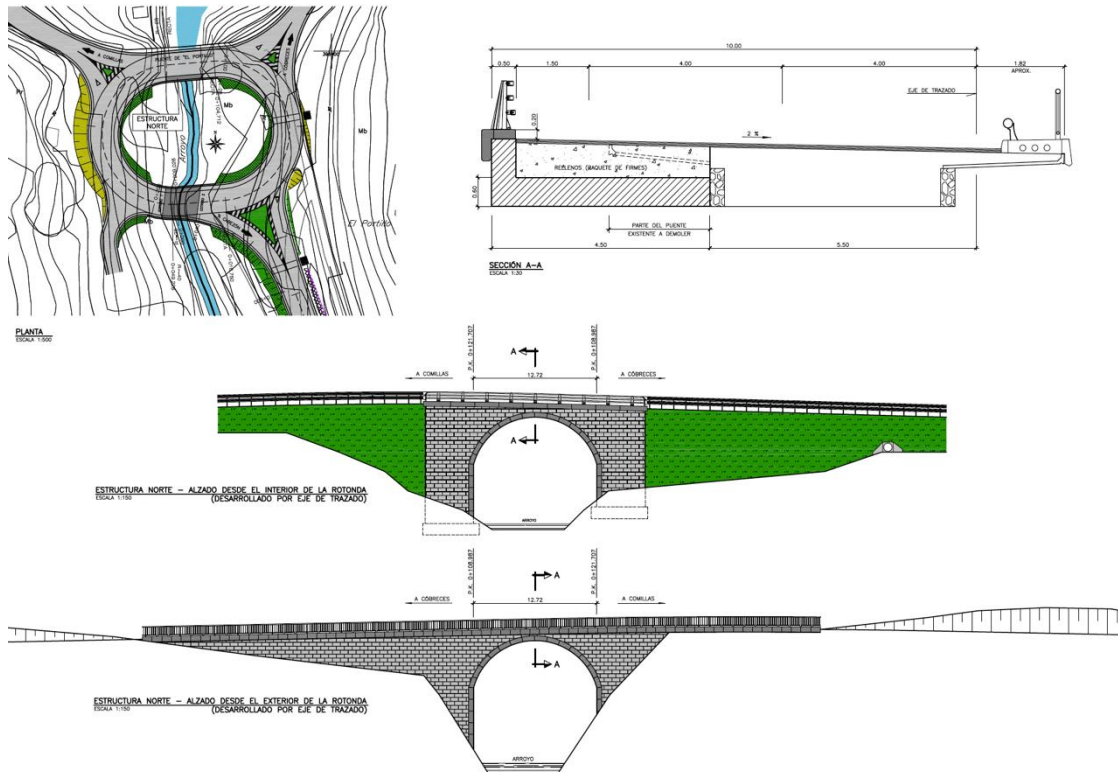
9) Finalización de remates y acabados de la estructura.



Estructura 3.

Se trata de una ampliación del actual puente existente en el portillo mediante la ejecución de una bóveda contigua al mismo. por lo que lo primero que hay que hacer es demoler el voladizo del actual puente para a continuación ejecutar la ampliación, al final del proceso se ejecutan unos anclajes entre la estructura existente y la nueva.



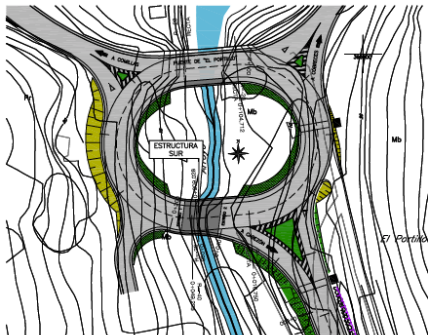
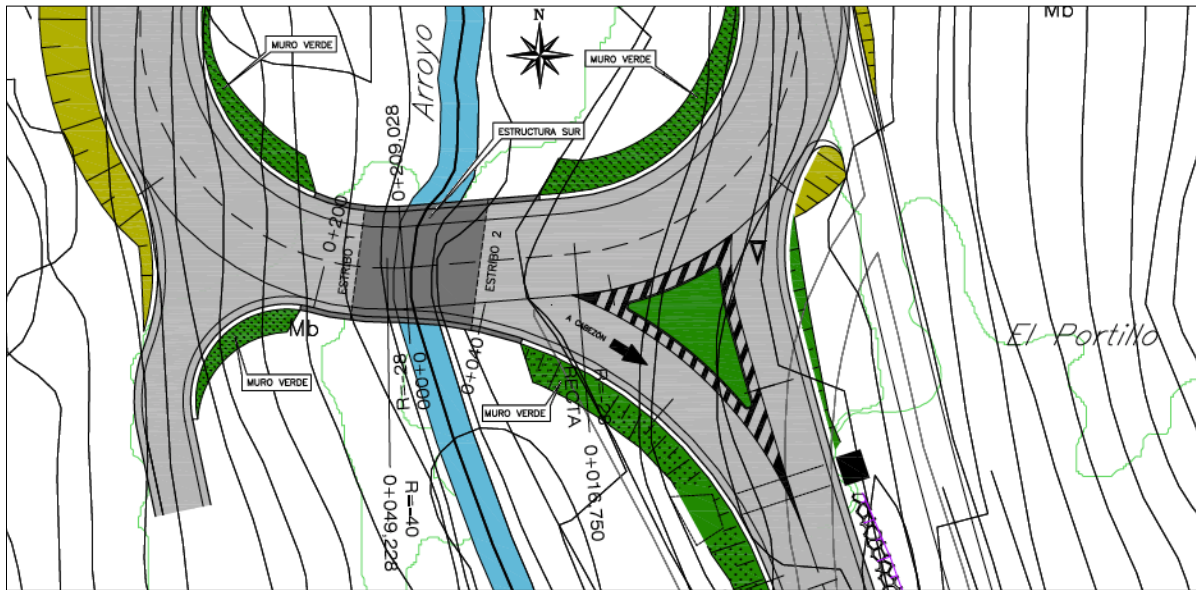


Para la ejecución de la ampliación no se indica un procedimiento a seguir en los planos. El procedimiento será el siguiente:

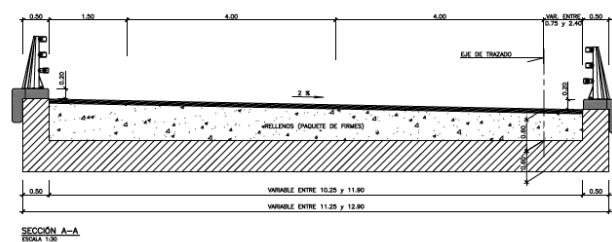
- 1) Demolición del voladizo existente.
- 2) Excavación de las cimentaciones.
- 3) Hormigón de limpieza.
- 4) Ferralla de las zapatas.
- 5) Encofrado de las zapatas.
- 6) Hormigonado de las zapatas.
- 7) Fraguado de las zapatas.
- 8) Desencofrado de las zapatas.
- 9) Ferrallado de hastiales, bóveda y muretes
- 10) Encofrado de hastiales, bóveda y muretes
- 11) Hormigonado de hastiales, bóveda y muretes
- 12) Fraguado de hastiales, bóveda y muretes
- 13) Desencofrado de hastiales, bóveda y muretes
- 14) Anclaje entre estructuras.
- 15) Relleno interior de material drenante.
- 16) Encofrado inferior losa.
- 17) Ferralla losa.
- 18) Hormigonado losa.
- 19) Fraguado losa.
- 20) Acabados y relleno.

Estructura 4.

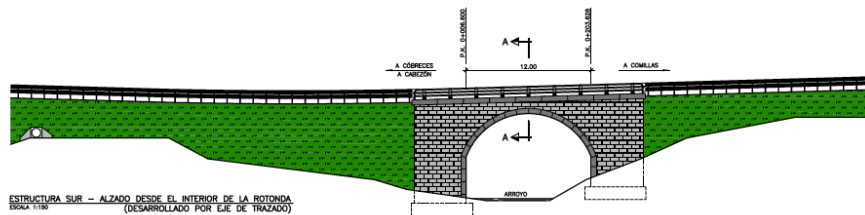
Se trata de una bóveda de nueva planta.



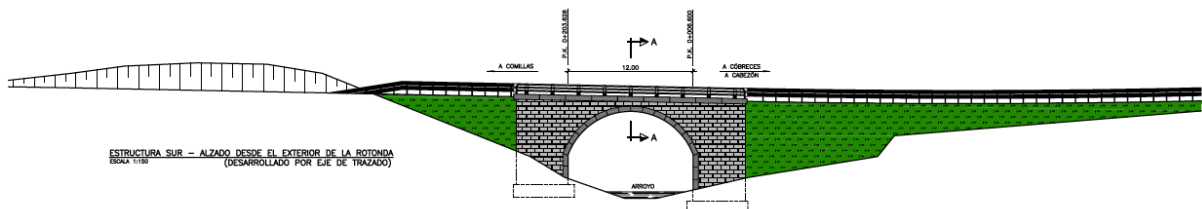
PLANTA
ESCALA 1:500



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:50



ESTRUCTURA SUR – ALZADO DESDE EL INTERIOR DE LA ROTONDA
(DESARROLLADO POR EJE DE TRAZADO)



ESTRUCTURA SUR – ALZADO DESDE EL EXTERIOR DE LA ROTONDA
(DESARROLLADO POR EJE DE TRAZADO)

Para la ejecución de la bóveda no se indica un procedimiento a seguir en los planos. El procedimiento será el siguiente:

- 1) Excavación de las cimentaciones.
- 2) Hormigón de limpieza.
- 3) Ferrallado de las zapatas.
- 4) Encofrado de las zapatas.
- 5) Hormigonado de las zapatas.



- 6) Fraguado de las zapatas.
- 7) Desencofrado de las zapatas.
- 8) Ferrallado de hastiales y bóveda.
- 9) Encofrado de hastiales y bóveda.
- 10) Hormigonado de hastiales y bóveda.
- 11) Fraguado de hastiales y bóveda.
- 12) Desencofrado de hastiales y bóveda.
- 13) Ferrallado de muros.
- 14) Encofrado de muros.
- 15) Hormigonado de muros.
- 16) Fraguado de muros.
- 17) Desencofrado de muros.
- 18) Acabados y relleno.

Antes de comenzar a explicar las actividades que se realizan en la ejecución de cada una de las estructuras, se señalan aspectos generales que se deben tener en cuenta en relación con la colocación de la ferralla, la colocación de los encofrados y el hormigonado; puesto que estas operaciones son comunes en las diferentes estructuras.

Colocación de la ferralla.

La armadura pasiva empleada en el proyecto es “Acero B 500 S en barras corrugadas”. En lo referente al coste de la misma, la adquisición de material es de 0’5 €/kg y la mano de obra es de 0’3 €/kg, resultando un coste total de la unidad de 0’8 €/kg. Cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora.

Salvo que se indique lo contrario, el doblado de las armaduras a emplear en el hormigón armado se realizará de acuerdo con el artículo 69.3.4.- “Doblado” de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

El control de calidad se realizará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 87.- “Control del acero para armaduras pasivas” de la EHE-08. El nivel de control de calidad es el definido en el Proyecto para cada estructura.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones, manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia a encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueras. Los empalmes y solapes deberán realizarse de acuerdo con los planos y a la instrucción vigente EHE-08

Colocación de los encofrados.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de encofrado utilizados en el proyecto junto con su precio, el cual incluye coste de material y mano de obra:

- Encofrado recto (24 €/m²).
- Encofrado curvo (27 €/m²).
- Encofrado recto con madera machihembrada (29 €/m²).
- Encofrado curvo con madera machihembrada (34 €/m²).
- Encofrado visto para alzados de pilas con madera machihembrada (34 €/m²).
- Encofrado perdido (19 €/m²).

Los equipos de encofrado normal (paneles fenólicos) y encofrado perdido están formados por 3 oficiales y un peón, se les estima un rendimiento de encofrado de 4 m²/hora, obtenido de dividir el coste de este personal (aproximadamente 80 €/h) entre el coste del material de encofrado (aproximadamente 16 €/m², sin contar amortizaciones ni maquinaria). Los equipos de encofrado se ayudarán de un camión grúa que eleve y transporte los paneles.

La correcta ejecución del encofrado incluye las siguientes operaciones:

- 1) Proyecto de encofrado y cálculo de la estructura.
- 2) Montaje y apuntalamiento del encofrado (utilización de cimbra en las bóvedas).
- 3) Preparado de las superficies interiores del encofrado con desencofrante.
- 4) Tapado de las juntas entre piezas.
- 5) Desmontaje y retirada del encofrado y del material auxiliar, una vez que la pieza estructural esté en disposición de soportar los esfuerzos previstos.

Cuando el acabado superficial sea para que el hormigón quede visto, los encofrados serán de madera machihembrada, consiguiéndose con este encofrado un acabado con mayor valor estético. Este tipo de encofrado tiene como punto negativo que los equipos que se encargan de su montaje y desmontaje alcanzan menores rendimientos que los que se alcanzan en el encofrado normal. Para cada equipo (de 4 operarios) tenemos un rendimiento de encofrado de 3 m²/hora, obtenido de dividir el coste de este personal (aproximadamente 80 €/h) entre el coste del material de encofrado (aproximadamente 25 €/m², sin contar amortizaciones ni maquinaria).

Hormigonado.

En este proyecto los hormigones empleados para llevar a cabo la ejecución de las estructuras serán de diferentes tipos en cuanto a su uso estructural, su resistencia característica y su ambiente de exposición. También se diferencia entre hormigones puestos en obra mediante vertido o bombeado.

El precio de los hormigones ha sido con el precio de mercado de Cantabria para el material aplicándole un descuento del 40% y sumándole 6 €/m³ por mano de obra y 5 €/m³ en caso de requerir bombeo.

En función de lo anterior, en la ejecución de las estructuras existen cinco unidades de obra que engloban la puesta en obra de hormigón. A continuación, se detalla el coste unitario de una de estas unidades:

Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	Costes (€/m3)
Mano de obra	6,00
Material	80,09
Extra bombeo	5,00
Coste directo	91,09

Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	Costes (€/m3)
Mano de obra	6,00
Material	76,02
Extra bombeo	5,00
Coste directo	87,02

Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	Costes (€/m3)
Mano de obra	6,00
Material	72,38
Extra bombeo	5,00
Coste directo	83,38

Hormigón HM-20 procedente de central puesto en obra mediante vertido	Costes (€/m3)
Mano de obra	6,00
Material	66,00
Coste directo	72,00

Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	Costes (€/m3)
Mano de obra	6,00
Material	58,85
Coste directo	64,85

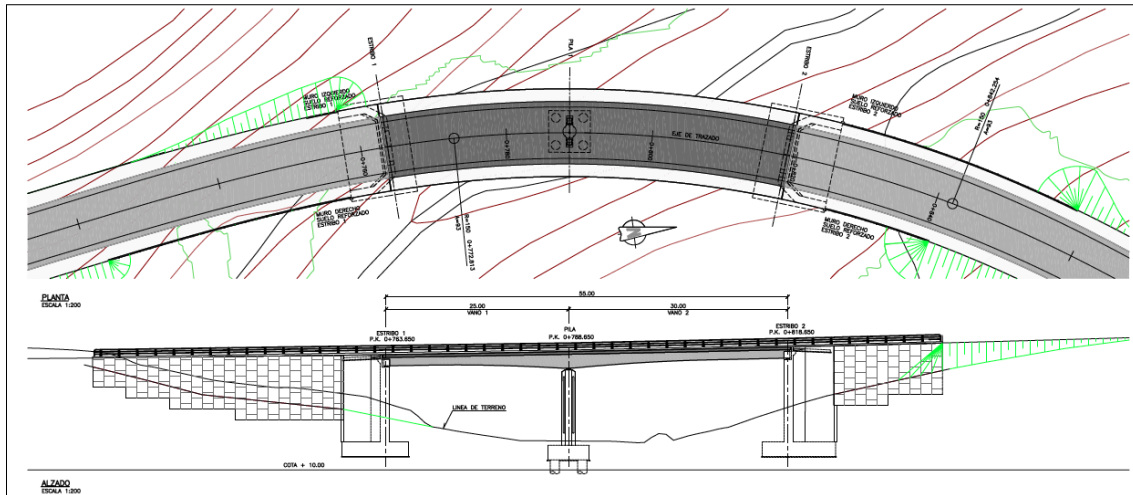
El rendimiento del hormigonado viene marcado por el de la bomba, en el caso de que sea bombeado. Este será de 40 m3/hora. Cuando el hormigón es vertido su rendimiento es de 50 m3/h.

Para la correcta ejecución de las obras de hormigón armado, la puesta en obra de este deberá cumplir una serie de preceptos, que serán de aplicación para todos los elementos de hormigón, que se recogen en el artículo 610.- “Hormigones” del PG-3 vigente, completados o modificados con los contenidos que se encuentran en el artículo correspondiente a hormigones en el Pliego del proyecto.

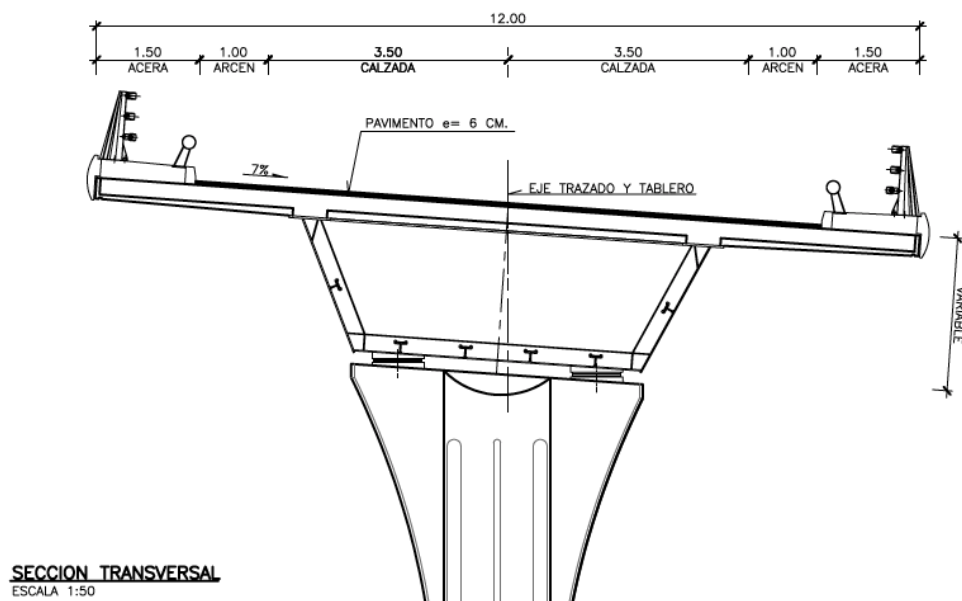
Además, debe tenerse en cuenta que el hormigón de cada cuba tiene un tiempo de uso limitado, por lo que deberá revisarse el albarán donde figuren el tiempo de salida y el tiempo máximo de uso.

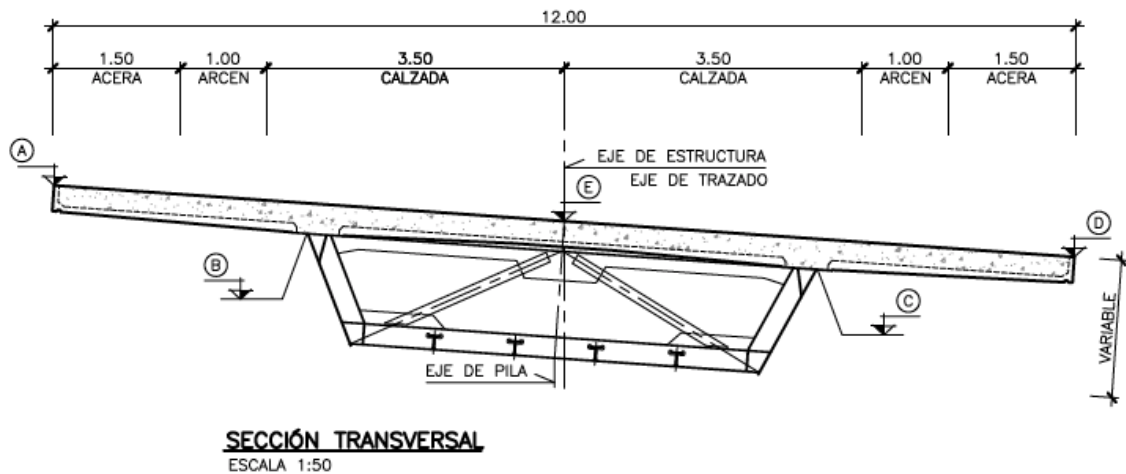
2.3.1. SUBCAPÍTULO 3.1: ESTRUCTURA 1 (PUENTE SOBRE ARROYO GANDARILLA), (P.K. 0+790).

Esta primera estructura está situada entre los P.K. 0+763'65 y 0+818'65 (con una longitud de 55 metros de tablero); los P.K. citados corresponden a la posición de los apoyos del tablero sobre los estribos. Además de los elementos estructurales típicos de un puente como son el tablero, la pila y los estribos, en este subcapítulo se incluye los muros de tierra reforzada ubicados en los terraplenes de aproximación al puente. A continuación, se muestra la planta y el alzado de la estructura que aparece en los planos del proyecto:

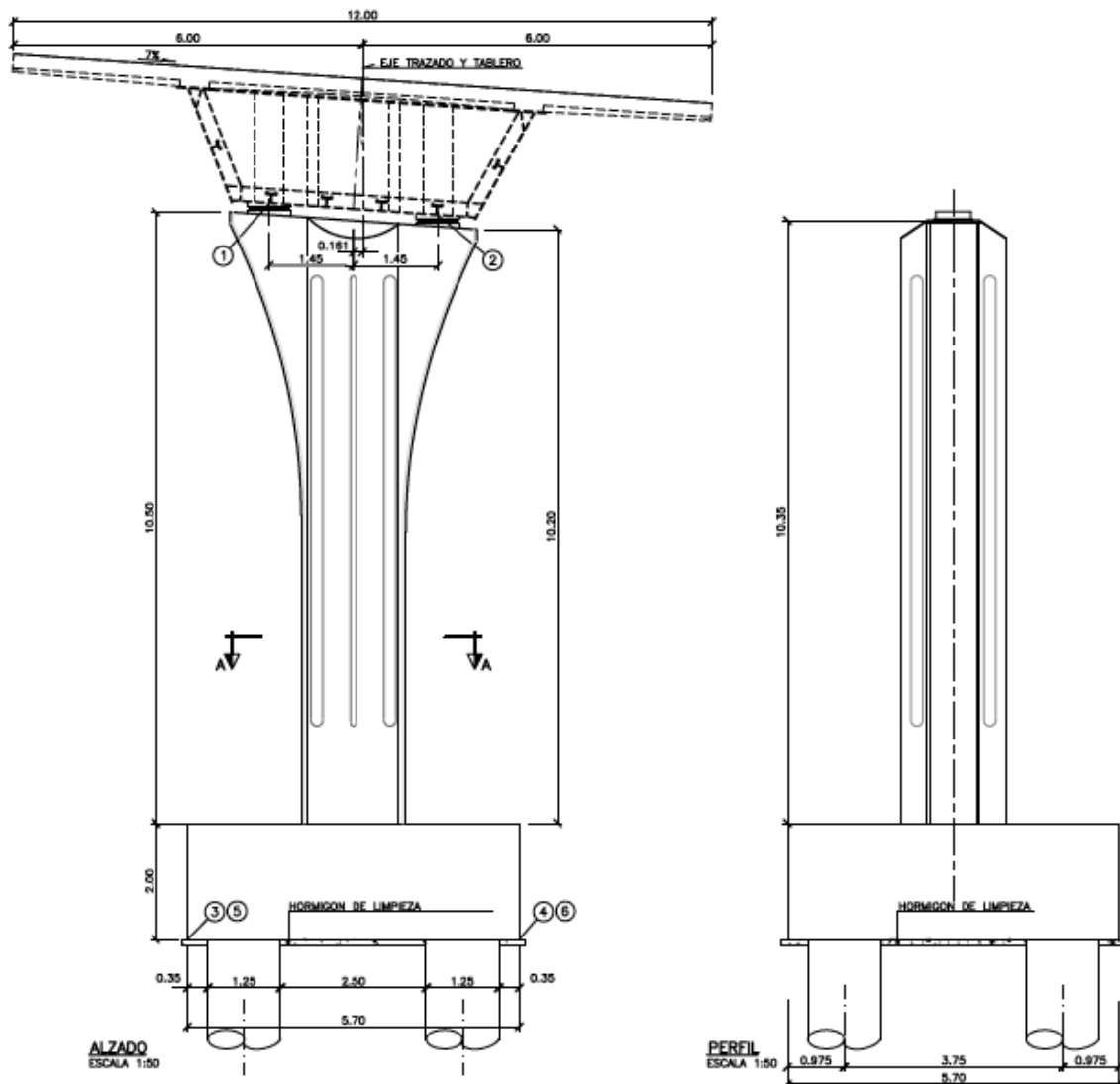


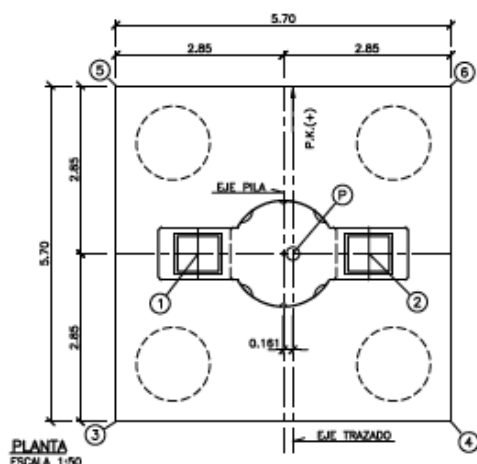
El puente es un tablero mixto, de acero y losa de hormigón armado, de dos vanos con luces de 25 y 30 metros entre apoyos. La sección transversal del puente consiste en un cajón rectangular metálico con almas inclinadas. El canto es variable entre 1'50 metros en la zona de vano y 2'25 metros en el apoyo sobre la pila. La anchura del tablero se mantiene constante con un valor de 12'00 metros. A continuación, se muestran las secciones transversales aparecidas en los planos:





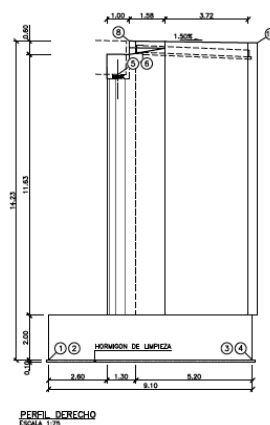
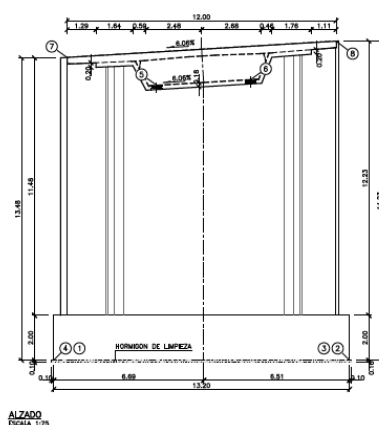
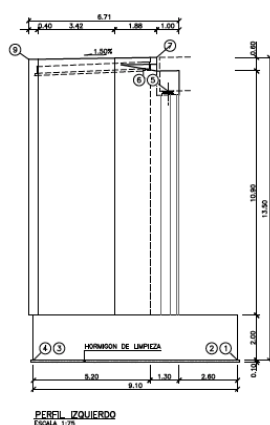
El tablero se apoya en una única pila de sección circular de 1'80 metros de diámetro con un ensanchamiento variable de 0 a 4'25 metros en cabeza de pila en sentido transversal al puente. La cimentación en la pila será profunda con cuatro pilotes de 1'25 metros de diámetro. Sobre la que se colocarán dos apoyos de neopreno. A continuación, se muestran vistas correspondientes a la pila aparecidos en los planos:



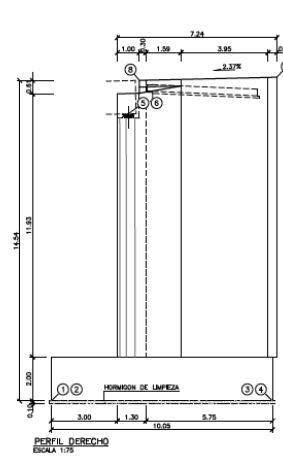
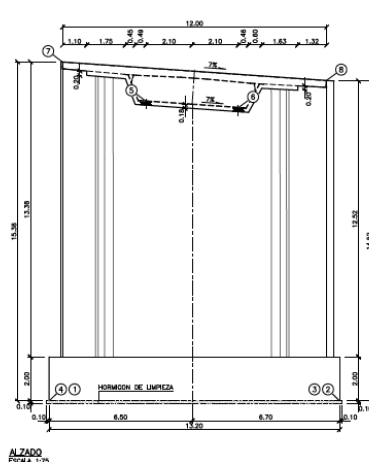
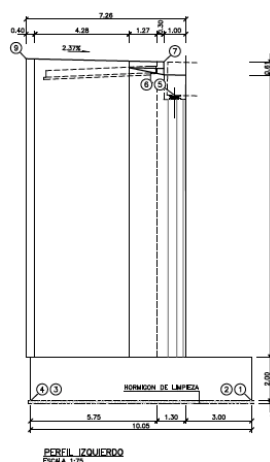


NOTA : LA LONGITUD DE LOS PILOTES SE DETERMINARÁ DE ACUERDO CON LOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS DEL TERRENO A ATRAVESAR CONSIDERANDO UNA CARGA MÁXIMA POR PILOTE DE 450Tn.

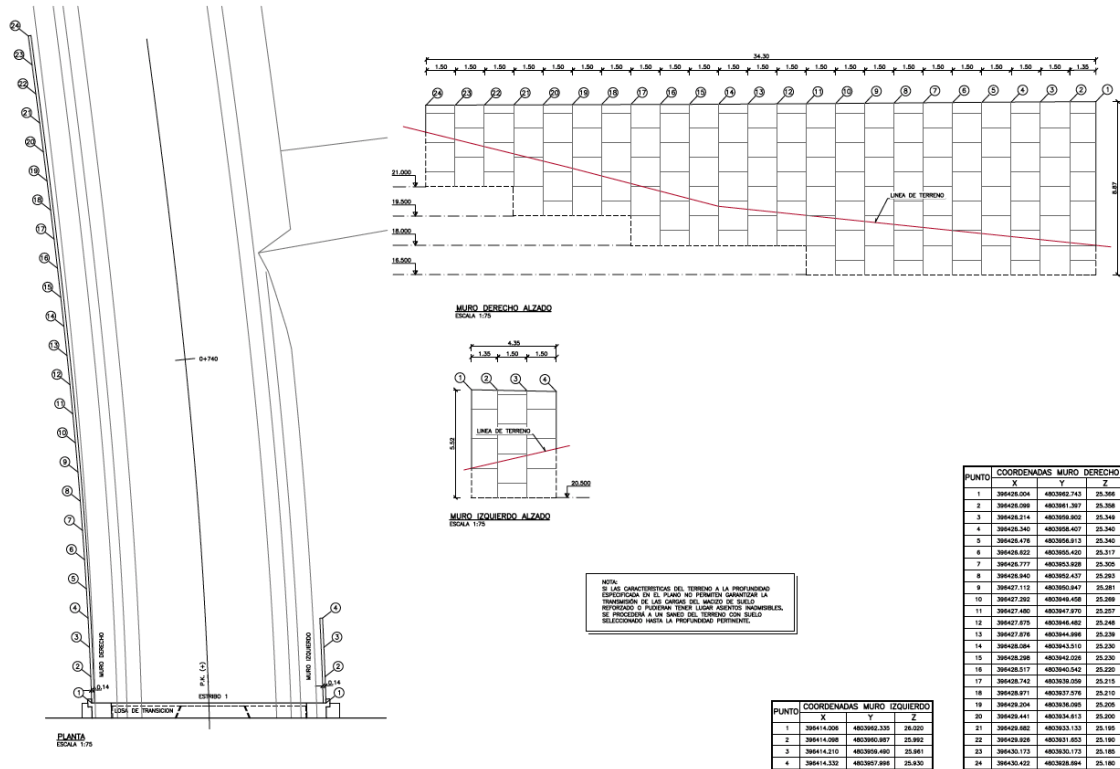
Los estribos son cerrados y cimentados sobre cimentación directa. Tienen aletas en vuelta en la longitud correspondiente al talón de la zapata, que se continúan con muros de escamas prefabricadas de hormigón. Cada estribo tiene dos apoyos de tipo anclado. A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del estribo 1 (P.K. 0+763'65):



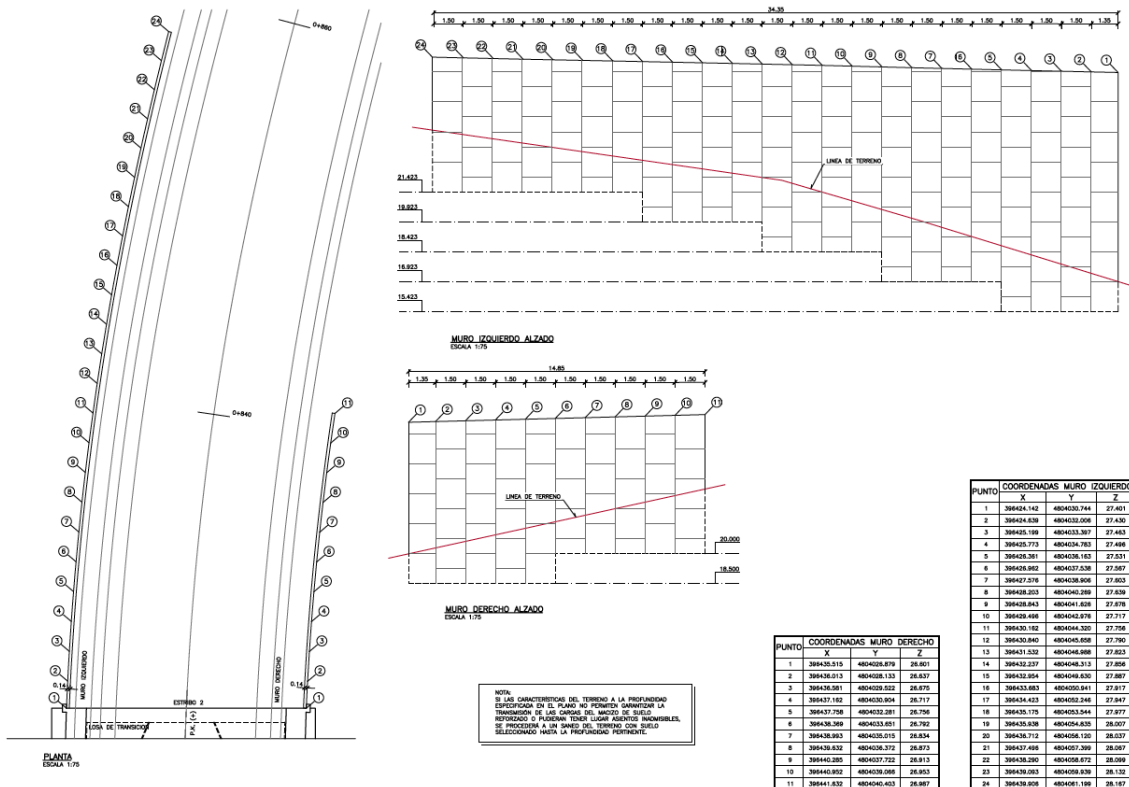
A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del estribo 2 (P.K. 0+818'65):



Como ya se ha comentado, los terraplenes de aproximación a los estribos llegan en forma de muro de tierra reforzada. A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del muro anterior al estribo 1 (P.K. 0+763'65):



A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del muro posterior al estribo 2 (P.K. 0+818'65):

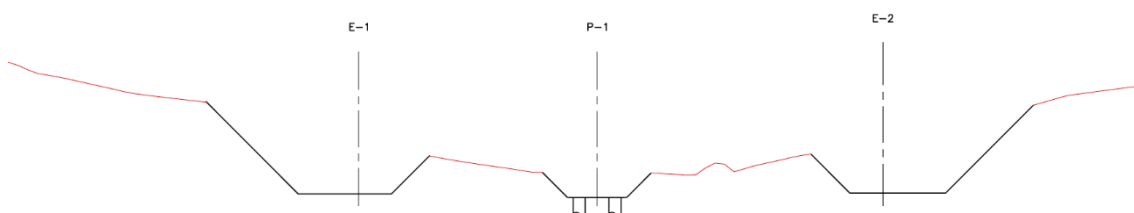


2.3.1.1. Proceso de ejecución.

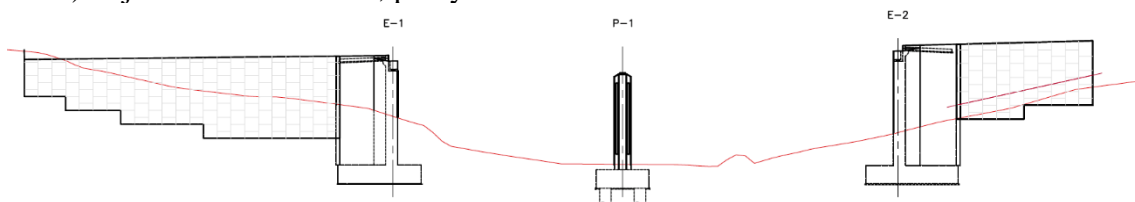
Se repite la ejecución indicada anteriormente, en el subcapítulo correspondiente a cada elemento estructural se indicará con mayor detalle el procedimiento de ejecución de los mismos.

Según el proyecto las fases de ejecución son las siguientes:

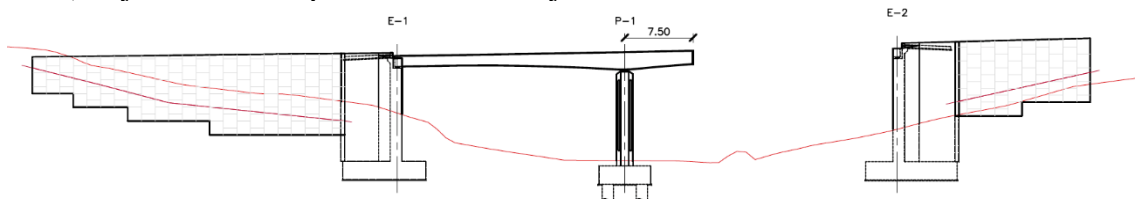
- 1) Excavación de cimientos en pilas y estribos.



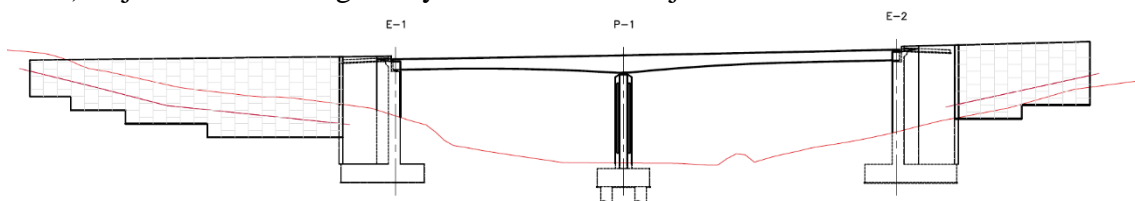
- 2) Ejecución de estribos, pila y muros de tierra armada.



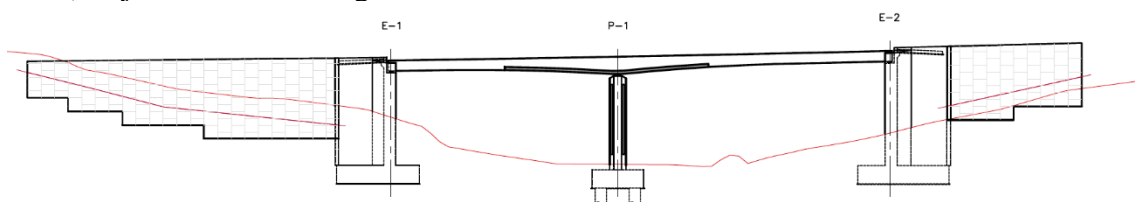
- 3) Ejecución de la primera fase del cajón.



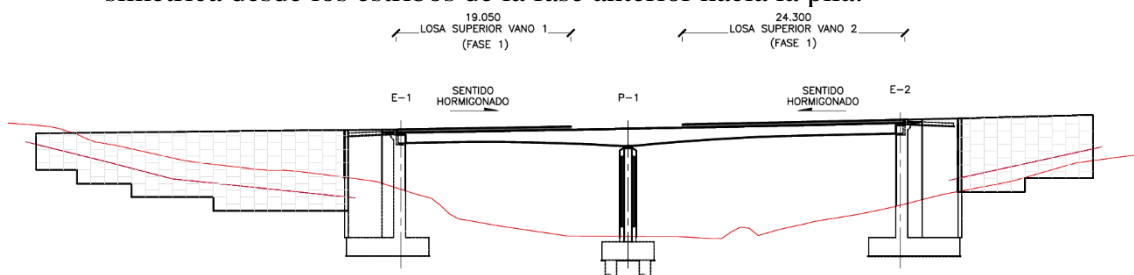
- 4) Ejecución de la segunda y última fase del cajón.



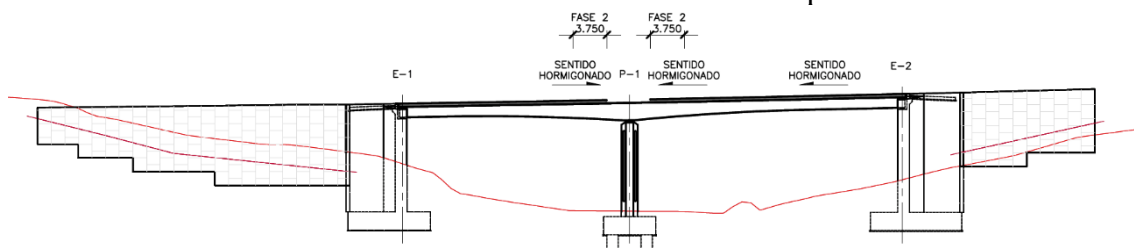
- 5) Ejecución de hormigonado de losa inferior.



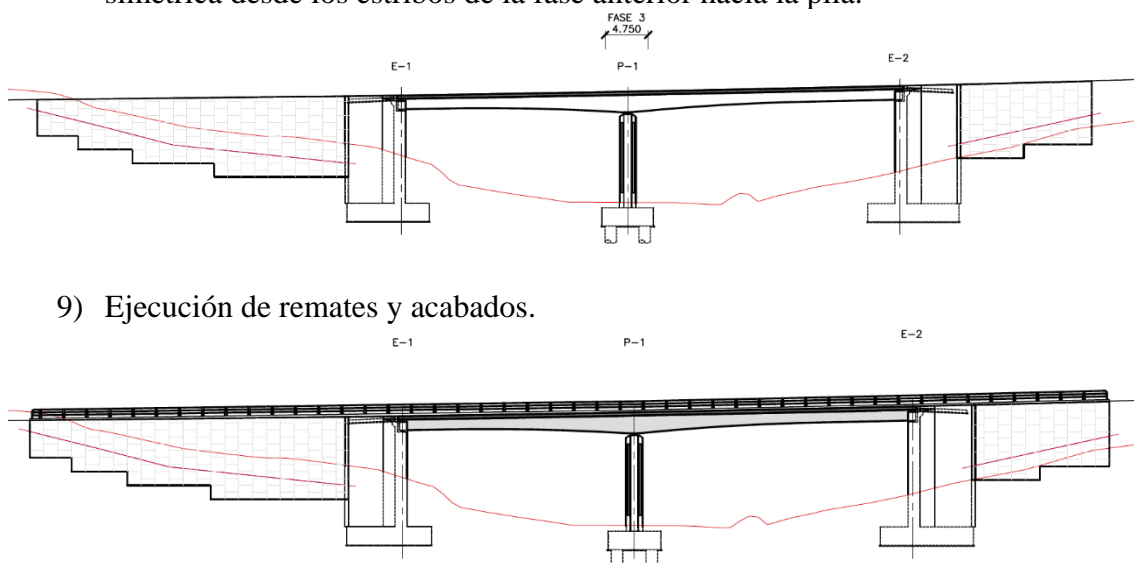
- 6) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 1). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.



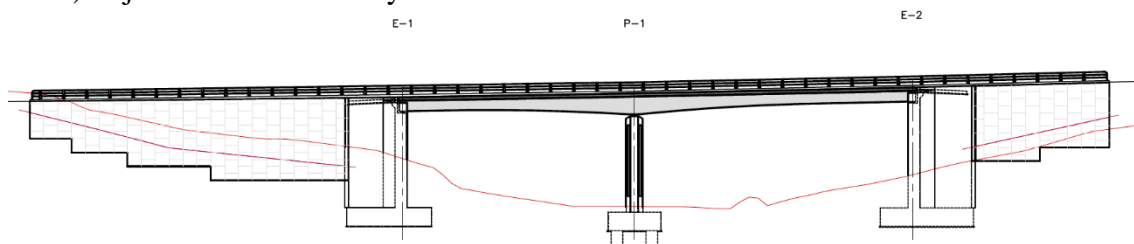
- 7) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 2). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.



- 8) Ejecución de losa superior sobre pila (Fase 3). Se hormigonará de manera simétrica desde los estribos de la fase anterior hacia la pila.



- 9) Ejecución de remates y acabados.



2.3.1.2. Subcapítulo 3.1.1: Estribos y muros.

Para la ejecución de estos elementos estructurales es necesario tener en cuenta que es preciso realizar antes los estribos que los muros, ya que el frente del relleno de material correspondiente a los muros va contra el estribo, por lo cual es necesario que este ya esté ejecutado.

Comenzaré describiendo el procedimiento de ejecución de un estribo, asumiendo el procedimiento es similar en ambos. Y después, detallaré la ejecución de los muros de tierra reforzada.

La cimentación de los estribos es directa sobre el terreno, por lo que, tras la excavación y la extensión de un hormigón de limpieza, la ejecución de los mismos se realizará en fases muy similares (ferralla, encofrado, hormigonado, fraguado y desencofrado), para continuar con la ejecución de la losa de transición (losa de transición hacia el terraplén) una vez se realice el relleno del trasdós y finalizar con la ejecución de las mesetas de apoyo de los neoprenos. Antes de comenzar el relleno del trasdós de los estribos, será necesario dotarlos de una impermeabilización y de colocarles un tubo dren en el encuentro de las zapatas y los alzados para evacuar el agua del trasdós.

Por tanto, las fases ejecución de los estribos serán:

- 1) Excavación de cimientos.
- 2) Vertido de hormigón de limpieza para regularizar la base de apoyo.
- 3) Ferrallado de la zapata, teniendo en cuenta la colocación de las armaduras de espera hacia el alzado del estribo.
- 4) Encofrado de la zapata
- 5) Hormigonado de la zapata.
- 6) Fraguado del hormigón de la zapata (2 días).
- 7) Desencofrado de la zapata.
- 8) Ferrallado de los alzados, teniendo en cuenta la colocación de las armaduras de espera de la losa de transición y de las mesetas de apoyo.
- 9) Encofrado de los alzados.
- 10) Hormigonado de los alzados.
- 11) Fraguado del hormigón de los alzados (2 días).
- 12) Desencofrado de los alzados.
- 13) Vertido del hormigón de limpieza de la losa de transición (una vez finalizado el terraplén).
- 14) Ferrallado de la losa de transición.
- 15) Encofrado de la losa de transición.
- 16) Hormigonado de la losa de transición.
- 17) Fraguado de la losa de transición (2 días).
- 18) Desencofrado de la losa de transición.
- 19) Ejecución de las mesetas de apoyo con hormigón autonivelante.
- 20) Relleno localizado

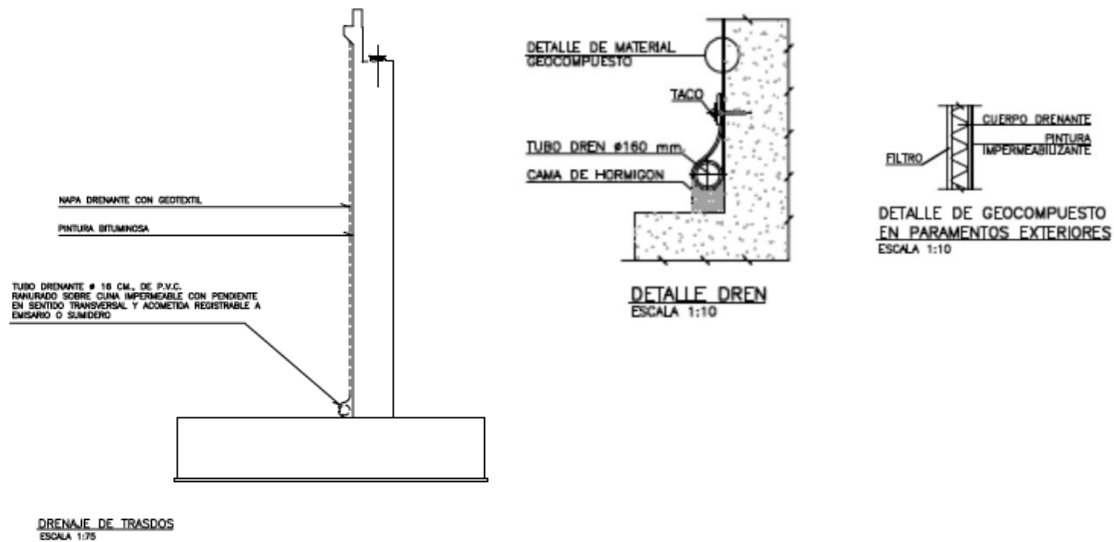
La impermeabilización de los estribos y la colocación del tubo dren en los mismos, se ejecutan para que los estribos, como cualquier estructura en contacto con el terreno, quede impermeabilizada frente a los posibles ataques del agua. Para ello se lleva a cabo un tratamiento de impermeabilización, la colocación de una lámina drenante y la colocación de un tubo dren de 160 milímetros de diámetro.

El tratamiento de impermeabilización se aplicará en el trasdós del estribo y sus muretes, empleando para ello una pintura impermeabilizante de brea-epoxi. Esta pintura la extiende un operario con un dispensador.

Además de la pintura de impermeabilización, se colocará tras ella una lámina drenante. Esta impide que el agua que pueda llegar a los estribos entre en contacto con el paramento de hormigón y lo obliga a bajar hasta la parte inferior del mismo dónde tendremos colocado el tubo dren, que se encarga de recoger el agua y evacuarla al exterior del estribo.

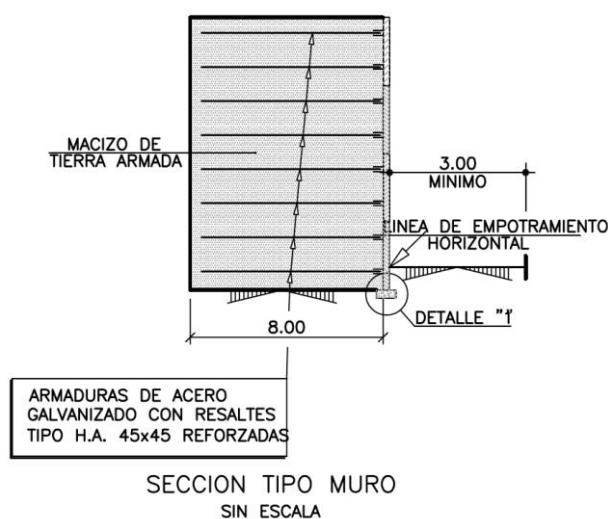
Como ya se ha indicado, para el correcto desagüe de las aguas recogidas se colocará en la parte inferior del estribo un tubo dren. Este tubo se colocará entre el geotextil y la lámina de nódulos de la lámina drenante.

En las siguientes figuras podemos observar los detalles de los elementos colocados para impermeabilizar los estribos:

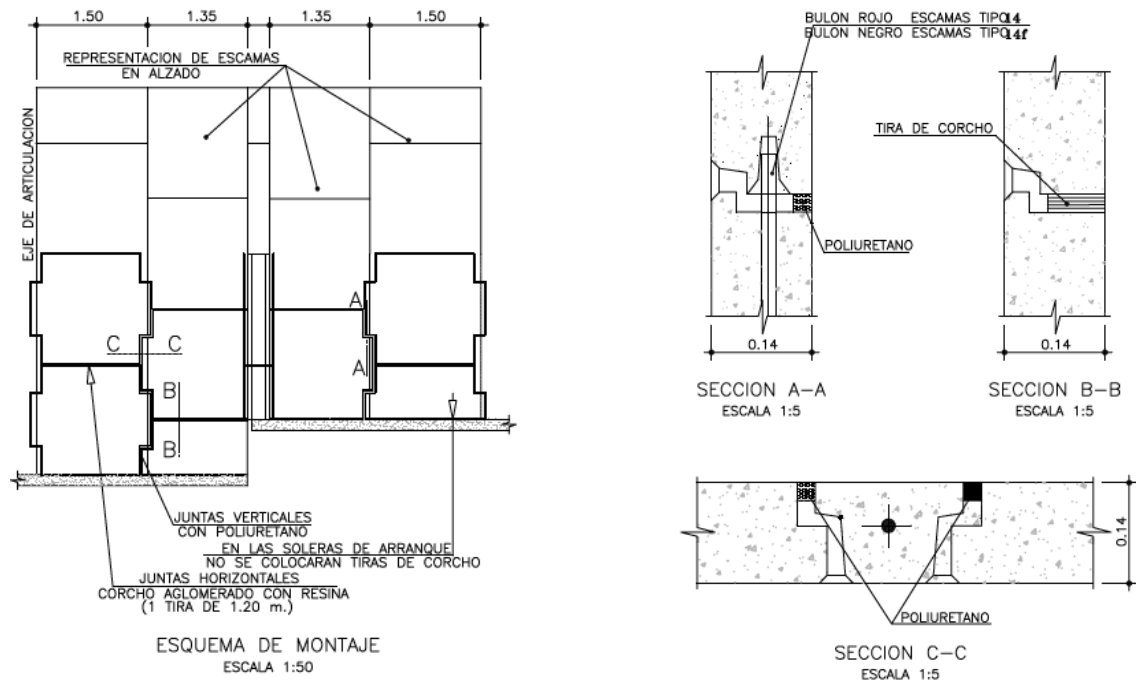


Como en nuestro proyecto tenemos dos estribos, cuando detalle los plazos de las diferentes unidades de obra, asumiré que cada estribo tarda la mitad del total, realizando la aproximación de que ambos estribos son de similares dimensiones.

Los muros de tierra reforzada, también denominados muros de escamas prefabricadas de hormigón o muros de tierra armada son muros cuya estructura de sustentación está constituida por armaduras metálicas intercaladas entre capas de relleno granular, ancladas a elementos prefabricados de hormigón (escamas). Las armaduras se disponen horizontalmente, perpendiculares al paramento exterior, constituido por los elementos prefabricados de hormigón unidos elásticamente. A continuación, se muestra una sección tipo de muro de tierra reforzada:



Las escamas empleadas serán cruciformes de hormigón prefabricado, solapadas unas con otras por medio de un sistema de clavijas y tubos perdidos en el hormigón. Estas escamas se unen entre sí mediante juntas que deberán absorber los posibles asentamientos. Las juntas horizontales serán de corcho aglomerado con resina mientras que las verticales son de poliuretano. A continuación, se muestran los detalles que aparecen en los planos del proyecto con respecto a lo indicado anteriormente:



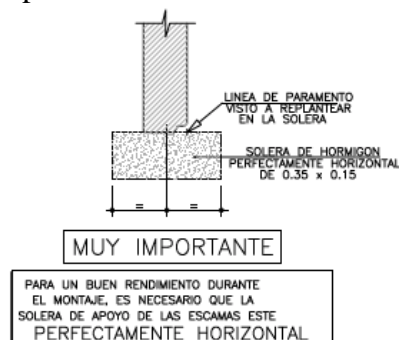
La ejecución de los muros de escamas prefabricadas sigue las siguientes operaciones:

- 1) Recepción y almacenamiento de las escamas.

Los tajos de transporte y almacenamiento de las piezas deben realizarse con el máximo cuidado para evitar dañar la cara vista y los arranques de las armaduras. Las escamas se deben almacenar de forma horizontal, con la cara vista hacia abajo quedando los arranques hacia arriba. La escama inferior de cada pila se debe proteger del suelo, así como las escamas entre sí por medio de tabloncillos colocados de canto. Está prohibido el uso de escamas rotas o fisuradas.

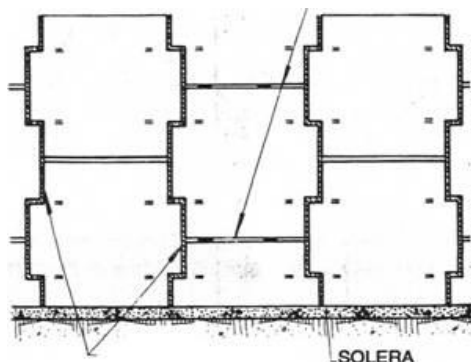
- 2) Preparación de la superficie de asiento, ejecución de la cimentación y replanteo de la misma.

Se comienza con la excavación o relleno que sea necesario hasta alcanzar la cota de cimentación sobre la que se ejecutará la solera de hormigón sobre la que se dispondrá la primera fila de escamas. Dicha solera tendrá una anchura de 35 cm y 15 cm de altura. Se muestra el detalle aparecido en los planos acerca de la superficie de asiento:



3) Disposición de las escamas, correctamente niveladas.

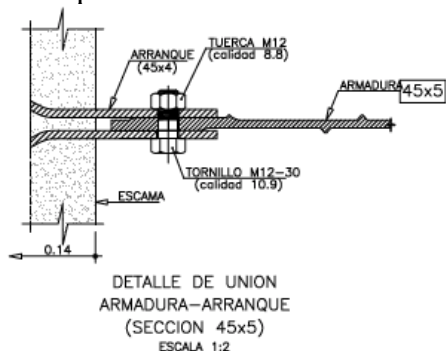
La primera fila de escamas del muro, que va colocada sobre la solera de hormigón, está formada por medias escamas y completas repartidas alternativamente, como se muestra a continuación:



Para que el muro quede en posición vertical al final de su ejecución debe darse una ligera inclinación del 1% hacia el trasdós del mismo para que, al compactar el relleno, el desplazamiento horizontal del terreno lo recoloque. Las escamas de una fila intermedia se colocan en los huecos formados entre las escamas de la fila anterior. Siempre que se coloque una escama, se debe comprobar el encaje entre dos escamas mediante una plantilla de montaje. Para mantener la verticalidad de las escamas mientras se rellena el intradós se enlazan con pinzas o gatos y cuñas de madera. Estas se retiran a medida que se va realizando el relleno. No obstante, las pinzas de las tres últimas filas deben permanecer hasta haber finalizado la construcción.

4) Colocación de las armaduras.

Las armaduras se dispondrán perpendicularmente al paramento en capas horizontales. Cada armadura se unirá al arranque correspondiente mediante un tornillo de diámetro 12 milímetros. Se cuidará que la armadura apoye completamente sobre el relleno, especialmente en la zona de unión con el arranque. A continuación, se muestra el detalle que aparece en los planos correspondiente a dicha unión:



5) Relleno y compactación del trasdós del muro.

El relleno se hará en tongadas de 37'5 cm, ni para su colocación ni compactación se emplearán máquinas de orugas en contacto directo con las armaduras. Para evitar los movimientos de las escamas durante la compactación debe limitarse el uso de compactadores pesados hasta una distancia de 1,5 m del paramento. Por lo que la compactación de esta zona se realizará con maquinaria ligera vibrante.

Al equipo de trabajo se le estima un rendimiento de 50 m²/día, y estará formado por:

- Un capataz.
- Oficial de 1ª.
- 3 peones con eslingas de montaje y descarga de escamas.
- Grúa telescópica sobre neumáticos de 20 toneladas.

2.3.1.2.1. Excavación en zanjas y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 7.659'065 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 7.659'065 \text{ m}^3 = 14.322'45 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{7.659'065 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 192 \text{ h}$$

2.3.1.2.2. Relleno localizado.

Esta unidad corresponde al relleno de material que se ejecuta una vez finalizada la ejecución de los estribos y los muros para devolver al terreno su cota natural. Todas las unidades de relleno localizado están incluidas en el volumen de material aprovechable dentro de la traza que se indica en el proyecto. Por tanto, al igual que en las unidades de relleno a estas sólo se le imputará el coste de la extensión y la compactación, ya que el transporte se ha tenido en cuenta en las unidades de excavación.

Con un volumen de 5.018'006 m³, utilizaremos la siguiente maquinaria:

- Para la extensión un Bulldozer, 70 €/h.
- Para la compactación se utiliza un rodillo vibratorio autopropulsado de 12 toneladas, 65 €/h.

Costes de maquinaria:

$$\text{Coste Bulldozer} = 70 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 75 \text{ h} = 5.250'00 \text{ €}$$

$$\text{Coste rodillo} = 65 \frac{\text{€}}{\text{h}} \cdot 75 \text{ h} = 4.875'00 \text{ €}$$

Esta unidad tendrá un coste total de 5.250'00 + 4.875'00 = 10.125'00 €

Su coste unitario será:

$$\text{Coste unitario relleno localizado} = \frac{10.125'00 \text{ €}}{5.018'006 \text{ m}^3} \approx 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3}$$

La ejecución de este relleno localizado no imputa tiempo de ejecución porque se realizará mientras se avanza con trabajos con mayor importancia.

2.3.1.2.3. Tubo dren de 160 mm de diámetro.

El coste unitario de esta unidad se estima en 15'00 €/m. Por lo que para una medición de 34 metros. Resulta un coste total de:

$$\text{Coste tubo dren} = 15'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 34 \text{ m} = 510'00 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.1.2.4. Lámina drenante.

La ejecución de esta unidad comprende:

- Extensión o colocación de lámina impermeabilizante.
- Colocación de la lámina drenante

En cuanto a la colocación, primero se pondrá la lámina impermeabilizante, que se dispondrá junto al paramento previamente tratado con la pintura bituminosa. Las piezas contiguas de esta irán solapadas entre 8 y 10 cm, siendo estos solapes soldaduras.

A continuación, una vez colocada la lámina impermeabilizante, se colocará la lámina drenante con su parte de polietileno hacia la estructura, de forma que el geotextil quede contra las tierras. El solape de esta se realizará de forma que los nódulos de láminas contiguas encajen entre sí, con un mínimo de 20 cm de anchura de solape. La lámina se fijará al soporte por la parte superior y en toda su superficie con un mínimo de 2 m² de fijación, realizando esta fijación a base de tacos espiga de polietileno, clavos de acero o con fijaciones autoadhesivas. Por último, se rematará en su parte inferior, para evitar la penetración de tierras u otros materiales entre el muro y ella.

El coste unitario de esta unidad se ha estimado en 16'00 €/m². Por lo que para una medición de 460'957 m². Resulta un coste total de:

$$\text{Coste lámina drenante} = 16'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 460'957 \text{ m}^2 = 7.375'31 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.1.2.5. Acero B 500 S en barras corrugadas.

Como va se indicó al principio del capítulo, el acero pasivo tiene un coste unitario de 0'8 €/kg y cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora. Con una cantidad de 119.243'217 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 119.243'217 \text{ kg} = 95.394'57 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{119.243'217 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 1490'5 \text{ h}$$

2.3.1.2.6. Hormigón HA-25/B/20/Ila procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a las zapatas de los estribos.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 83'38 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 548'343 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HA} - 25, \text{ bombeado} &= 83'38 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 548'343 \text{ m}^3 = 45.720'84 \text{ €} \\ \text{Tiempo HA} - 25, \text{ bombeado} &= \frac{548'343 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 14 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.1.2.7. Hormigón HA-30/B/20/IIla procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a los alzados de los estribos.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 87,02 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 584'304 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HA} - 30, \text{ bombeado} &= 87,02 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 584'304 \text{ m}^3 = 50.846'13 \text{ €} \\ \text{Tiempo HA} - 30, \text{ bombeado} &= \frac{584'304 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 15 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.1.2.8. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 35'687 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HM} - 15, \text{ vertido} &= 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 35'687 \text{ m}^3 = 2.314'30 \text{ €} \\ \text{Tiempo HM} - 15, \text{ vertido} &= \frac{35'687 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.1.2.9. Hormigón HM-20 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de solera de los muros de escamas.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 72'00 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 4'612 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HM} - 20, \text{ vertido} &= 72'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 4'612 \text{ m}^3 = 332'06 \text{ €} \\ \text{Tiempo HM} - 20, \text{ vertido} &= \frac{4'612 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.1.2.10. Muro de escamas prefabricadas de hormigón.

Con un coste unitario de 90 €/m² y un rendimiento por equipo de 50 m²/día. Para una superficie total de 77'067+425'415+120'06+70'434 = 692'976 m², resulta:

$$\begin{aligned} \text{Costes muro de escamas} &= 90 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 692'976 \text{ m}^2 = 62.367'84 \text{ €} \\ \text{Tiempo muro de escamas} &= \frac{692'976 \text{ m}^2}{50 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 138'6 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.1.2.11. Relleno para trasdós de muro de escamas prefabricadas de hormigón.

Esta unidad corresponde al relleno de suelos ejecutado en el muro de escamas.

El relleno se realiza con suelos selecciones procedentes de cantera, los cuales deben extenderse y compactarse adecuadamente y así garantizar una buena fricción a lo largo de toda la longitud de los flejes que lo sostienen.

Una vez ejecutada la solera del muro de escamas se extiende el suelo seleccionado en tongadas de 37'5 cm mientras se alza el muro de tierra armada. Para una óptima sujeción en la primera fila se colocarán puntales.

La compactación se hace con rodillo vibratorio autopropulsado, antes de esto se utilizará una pala mixta para la extensión y nivelación del material.

El equipo de trabajo de esta unidad estará formado por:

- Pala mixta para el extendido y nivelación del suelo, esta unidad determina el rendimiento de la presente unidad de obra.
- Camión cisterna para dar un riego de agua al material si la humedad no es la suficiente.
- Rodillo vibratorio para compactación de las sucesivas tongadas.
- Camión bañera de 13 T de capacidad que traerá el material de cantera.
- 2 peones de apoyo en la extensión de material.

El coste de este relleno es similar al del material comprado en cantera, por lo tanto, se le atribuyen costes de adquisición, transporte, extensión y compactación. Estimo que todos estos costes son similares a los del capítulo de explanaciones. Siendo este coste unitario de 16'00 €/m³.

Para un volumen de 5.017'520 m³, los costes son:

$$\text{Costes relleno tradós} = 16'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 5.017'520 \text{ m}^3 = 80.280'32 \text{ €}$$

Esta unidad no tiempo de ejecución asociado ya que este mismo estará sujeto al rendimiento de ejecución de un muro de escamas, el cual se detalla más adelante.

2.3.1.2.12. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde al encofrado oculto de las zapatas de los estribos, las losas de transición y a los trasdoses de los estribos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 898'505 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto} = 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 898'505 \text{ m}^2 = 21.564'12 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto} = \frac{898'505 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 180 \text{ h}$$

2.3.1.2.13. Encofrado recto con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de los alzados de los estribos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 29 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 542'234 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto madera} = 29 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 542'234 \text{ m}^2 = 15.724'79 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto madera} = \frac{542'234 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 180 \text{ h}$$

2.3.1.2.14. Encofrado curvo con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de los alzados de los estribos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 44'043 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 44'043 \text{ m}^2 = 1.497'46 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{44'043 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 15 \text{ h}$$

2.3.1.2.15. Encofrado perdido.

Esta unidad corresponde a las losas de transición.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 19 €/m² y su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 18'066 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 19 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 18'066 \text{ m}^2 = 343'25 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{18'066 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 4 \text{ h}$$

2.3.1.2.16. Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.

El coste unitario de esta unidad se estima en 4'00 €/m² Por lo que para una medición de 493'663 m². Resulta un coste total de:

$$\text{Coste impermeabilización brea – epoxi} = 4'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 493'663 \text{ m}^2 = 1.974'65\text{€}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.1.2.17. Plazo de ejecución de los estribos y los muros.

Como ya indiqué anteriormente, se asume que ambos estribos son de similares dimensiones y se le atribuye a cada uno la mitad de los tiempos calculados. También hay que tener en cuenta que los tiempos calculados en los apartados anteriores han sido siempre calculados para un equipo de trabajo, lo cual se va a modificar en adelante para rebajar los tiempos de ejecución a valores que planteen una ejecución óptima, por lo que al menos se considerarán dos equipos (trabajando en paralelo a ambos lados).

La ejecución de los estribos y los muros comenzará con la excavación, se le atribuye un tiempo total de 20 días, 10 días para cada estribo, por lo que, si trabajaran 2 equipos a cada lado, podrían tardar en torno a **5 días**.

Posterior a ello se comenzará con la extensión del hormigón de limpieza, se le atribuye un tiempo de medio día en total para ambos estribos, voy a considerar que se extiende y se deja fraguar en **un día** para al siguiente avanzar. (6 días acumulados)

Lo siguiente será el ferrallado de la zapata, pero como no he dividido la medición de ferralla entre zapata y alzados, voy a repartirla proporcionalmente al volumen de hormigón de cada parte, resultando aproximadamente la mitad la mitad de la ferralla a cada parte (las zapatas tienen 548 m³ y los alzados tienen 584 m³, es muy poca diferencia). Por tanto, a la zapata de cada estribo le será atribuible una cuarta parte (38 días) del tiempo de ejecución total (150 días, 75 cada estribo), pero trabajarán los operarios necesarios para que este tajo se realice en un tiempo razonable (15 operarios y **5 días**). (11 días acumulados)

Continuaremos con el encofrado de la zapata (encofrado recto, se le puede atribuir unos 90 m² de este encofrado a cada zapata), se le atribuye, para un equipo con un rendimiento de 5 m²/hora, un tiempo de 18 horas. Por lo que utilizaremos 2 equipos en cada zapata y el tiempo será de **un día**. (12 días acumulados)

La siguiente fase es el hormigonado de la zapata, tiempo total para ambas de 14 horas, cada zapata 7 horas, se asume que este día cuenta en los días de fraguado. Hormigonado mas fraguado de zapatas, **2 días**. (14 días acumulados)

Realizado el desencofrado de la zapata (todos los desencofrados son muy rápidos y no se les aplicará tiempo de ejecución), se colocará la ferralla del alzado del estribo, en lo cual, al igual que con la ferralla de la zapata, se tardará **5 días** por tener en cuenta las mismas consideraciones. (19 días acumulados)



Al encofrado de cada alzado se le atribuye aproximadamente, 360 m² de encofrado recto y $270+20=290$ m² de encofrado de madera machihembrada. Debido al bajo rendimiento en la colocación de encofrados de madera machihembrada va a ser necesaria la utilización de 4 equipos de encofrado, con los que conseguiremos realizar el encofrado de los alzados de cada estribo en **3 días**. (22 días acumulados)

El hormigonado tiene un tiempo total de día y medio para ambos estribos (15 horas), siendo para estribo de 7'5 horas, el hormigonado y fraguado de los alzados de los estribos se considera de **2 días**. (24 días acumulados)

Se desencofra el alzado de los estribos. (24 días acumulados).

Llegado este punto, para continuar con el estribo (losa de aproximación) sería necesario tener ejecutado el relleno del trasdós, y, por lo tanto, los muros de escamas prefabricadas, voy a calcular el tiempo de ejecución de estos muros y realizaré una aproximación a la realidad mediante una condición de FIN-FIN entre el desencofrado del trasdós del estribo y la ejecución de los muros.

La ejecución de los muros se realiza en tres fases: hormigonado de la solera, colocación de las escamas y relleno; la colocación de las escamas y el relleno se realizan de manera simultánea, pero estas no podrán empezar hasta que hayan fraguado las soleras de hormigón.

Un rendimiento global de este elemento estructural es la ejecución de una tongada por día, las tongadas son de 0'375 metros, y la altura media del muro es de 6'50 metros, resultando un plazo global de ejecución del muro de tierra reforzada de **18 días** a sumar a los 5 días de la excavación necesaria. Por tanto, los muros finalizan el día 23. Como los estribos llevan 24 días de trabajo, asumo que el plazo del muro y del estribo hasta el desencofrado es similar.

La losa de transición es un elemento de tan pequeño tamaño que se supone que **un día** por la mañana se extiende el hormigón de limpieza y se deja endurecer hasta el siguiente día. (25 días acumulados)

La próxima mañana se ferralla y se encofra, por la tarde se hormigona; todo ello en **1 día**. (26 días acumulados)

Para finalizar se dejan fraguar las losas de aproximación, **2 días**. (28 días acumulados) Mientras que se ejecutan las losas de aproximación, también se ejecutan las mesetas de apoyo de los neoprenos (tiempo de ejecución similar a las losas de aproximación).

Quedaría por realizar el relleno localizado en la zona exterior de los estribos, el cual no formará parte del camino crítico, ya que no tiene ninguna labor estructural que no permita la ejecución de las siguientes fases. Por lo tanto, no se tiene en cuenta.

Por lo descrito anteriormente, asumo que la ejecución de los estribos y los muros de escamas, ambos de forma paralela, durará **28 días** de trabajo, casi 6 semanas.

2.3.1.3. Subcapítulo 3.1.2: Pila.

La cimentación de la pila consiste en 4 pilotes de hormigón ejecutados in-situ, de sección circular y diámetro 1'25 metros y 20 metros de longitud (en principio, porque en los planos se indica que la longitud de los pilotes se determinará de acuerdo con los parámetros geotécnicos de terreno; los 20 metros están calculados de que en el presupuesto aparece 80 metros de pilote, divididos entre 4 pilotes), cuyas cabezas alcanzan un encepado cuadrado de 5'7 metros de lado y 2 metros de altura, a partir del cual se ejecuta el alzado de la pila.

Por tanto, las fases de ejecución de la pila serán:

- 1) Excavación.
- 2) Ejecución de los pilotes.
- 3) Fraguado de los pilotes (5 días).
- 4) Descabezado de los pilotes.
- 5) Hormigón de limpieza bajo el encepado.
- 6) Ferrallado del encepado.
- 7) Encofrado del encepado.
- 8) Hormigonado del encepado.
- 9) Fraguado del encepado (2 días).
- 10) Desencofrado del encepado.
- 11) Ferrallado del alzado de la pila.
- 12) Encofrado del alzado de la pila.
- 13) Hormigonado del alzado de la pila.
- 14) Fraguado del alzado de la pila (2 días).
- 15) Desencofrado del alzado de la pila.
- 16) Relleno localizado.

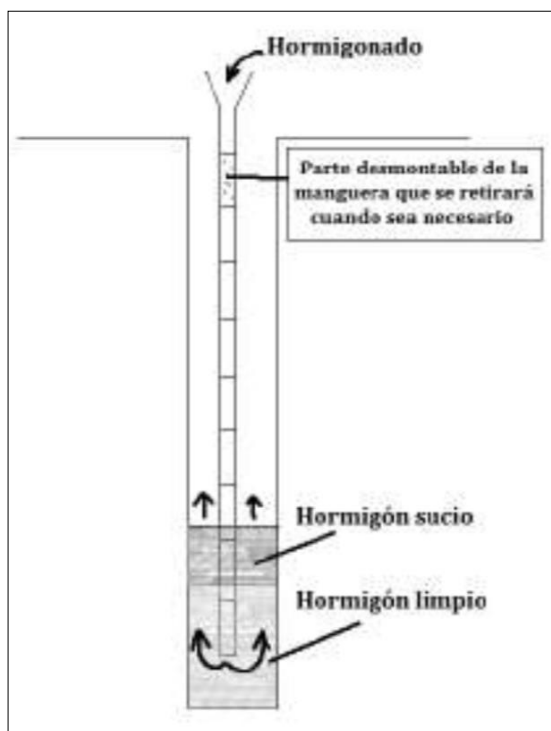
De todas las fases anteriores, la única que no ha sido descrita en el documento es la ejecución de los pilotes, la cual se describe a continuación.

Para ejecutar los pilotes vamos a recurrir a una máquina pilotera sobre orugas. El ritmo de ejecución de pilotes con este método es de un pilote por máquina y día. Por las mañanas la máquina realiza la excavación. Con la gran mordaza que posee en su parte delantera, introduce la camisa recuperable hasta el estrato rocoso, en tramos de 2-4 metros y que se van uniendo gracias a estar machihembrados. Posteriormente con la hélice excavadora, se retira el suelo y se profundiza entre 2 y 3 diámetros de pilote en el estrato rocoso.

Mientras tanto, por la mañana, los ferrallistas montan la armadura en las proximidades, de forma que a mediodía se pueda colocar la jaula de ferralla en tramos de 12 metros, que se irán solapando y empalmando. Para realizar el solape y la unión entre los diferentes tramos, colocamos el tramo inferior de ferralla colgando de la camisa recuperable mediante unas barras horizontales, la parte superior de este primer tramo quedará en el exterior, se coloca con la ayuda de una grúa el siguiente tramo de ferralla sobre el que está colgando y se solapan y unen. Una vez realizada la unión, se sube toda la ferralla para liberar a las barras horizontales y se baja la ferralla unida hasta volver a dejarla colgando con la parte superior en el exterior para repetir la operación tantas veces como sea necesario. La jaula de ferralla debe quedar a unos 15-20 centímetros del fondo de excavación del pilote, esto se realiza para evitar problemas de corrosión.

Junto con la ferralla se introducen los tubos de auscultación y la camisa perdida. La utilización de la camisa perdida no está considerada en el proyecto, pero será necesaria porque estamos realizando la cimentación de los elementos de apoyo de un puente próximo al cauce de un arroyo y próximo a la altura del mar, por lo cual el nivel freático puede estar cerca de la superficie. La camisa perdida se coloca para evitar que el hormigón, aún fresco cuando se retira la camisa recuperable, entre en contacto con el agua, dando lugar a segregaciones y posibles coqueas en el pilote.

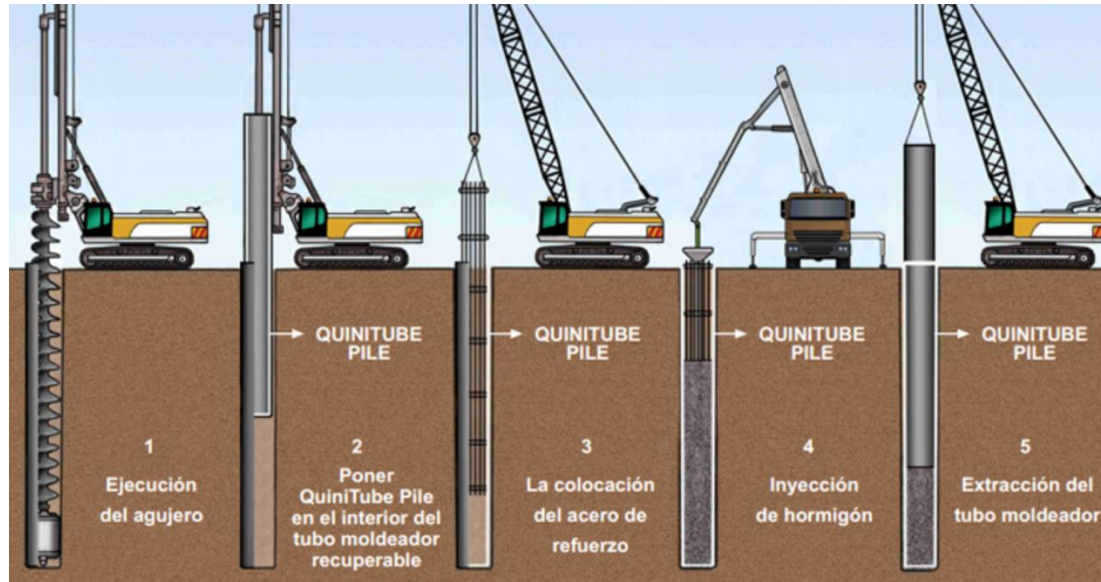
A continuación, con la armadura en su posición, procedemos al hormigonado. Para el hormigonado emplearemos una bomba que terminará en una manguera que introduciremos en el hueco del pilote. El primer hormigón desplazará hacia arriba las impurezas. Cuando llevemos 4'5 metros, debemos subir la manguera. Sin embargo, No debemos levantar la manguera más alto que el hormigón sucio, para que no se mezcle. La solución para esto es desmontar la manguera por la parte de arriba. Aprovechamos también para ir sacando la camisa recuperable. A este método se le denomina tubo "Tremie". A continuación, se muestra un esquema del proceso de hormigonado de pilotes in situ:



Los tubos de auscultación permitirán la comprobación de la integridad estructural de los pilotes mediante el método ultrasónico o "Cross-Hole", que se basa en registrar el tiempo que tarda una onda ultrasónica en propagarse desde un emisor hasta un receptor que se desplazan por dos tubos paralelos sujetos a la armadura del pilote. El tiempo medio es función de la distancia entre el emisor y el receptor y de las características del medio atravesado. Realizaremos 6 barridos. Si hubiera algún problema (aunque vamos a suponer una ejecución adecuada de nuestros pilotes), habría que meter agua a presión a través de unos agujeros para "lavar" la zona, y rellenaremos con lechada. De seguir mal, no consideraremos el pilote y haremos otro.

Una vez que nos cerciorem, mediante el control de ejecución que se verá posteriormente, de la buena ejecución de los pilotes, los descabezaremos para eliminar el hormigón sucio de mala calidad. Este trabajo se lleva a cabo con martillo y compresor. Una vez que tengamos las armaduras vistas, se procederá a su grifado (doblado en frío).

A continuación, se muestra un esquema de todas las fases descritas anteriormente:



Una vez que los pilotes han sido ejecutados, controlados y descabezados se pueden realizar los encepados. La función del encepado es hacer trabajar a los pilotes solidariamente, además de permitir un mejor reparto de las cargas que deben absorber estos elementos.

2.3.1.3.1. Excavación en zanja y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 304'85 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 304'85 \text{ m}^3 = 570'07 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{304'85 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 8 \text{ h}$$

2.3.1.3.2. Relleno localizado.

Siguiendo las indicaciones del apartado 2.3.1.2.2. de este mismo documento. Esta unidad tiene un coste unitario de 2'00 €/m³ y un rendimiento de 675 m³/día.

Para un volumen de 236'399 m³, tenemos:

$$\text{Coste relleno localizado} = 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 236'399 \text{ m}^3 = 472'80 \text{ €}$$

La ejecución de este relleno localizado no imputa tiempo de ejecución porque se realizará mientras se avanza con trabajos con mayor importancia.

2.3.1.3.3. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Como ya se indicó al principio del capítulo, el acero pasivo tiene un coste unitario de 0'8 €/kg y cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora. Con una cantidad de 18.434'633 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 18.434'633 \text{ kg} = 14.747'71 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{18.434'633 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 230'4 \text{ h}$$

2.3.1.3.4. Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al encepado de la pila

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 83'38 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 64'98 m³, resultan:

$$\text{Costes HA – 25, bombeado} = 83'38 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 64'98 \text{ m}^3 = 5.418'03 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA – 25, bombeado} = \frac{64'98 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 2 \text{ h}$$

2.3.1.3.5. Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al alzado de la pila

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 91'09 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 30'625 m³, resultan:

$$\text{Costes HA – 35, bombeado} = 91'09 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 30'625 \text{ m}^3 = 2.789'63 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA – 35, bombeado} = \frac{30'625 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h}$$

2.3.1.3.6. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 3'481m³, resultan:

$$\text{Costes HM} - 15, \text{vertido} = 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 3'481 \text{ m}^3 = 175'83 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HM} - 15, \text{vertido} = \frac{3'481 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h}$$

2.3.1.3.7. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde al encofrado oculto del encepado.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 45'6 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto} = 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 45'6 \text{ m}^2 = 1.094'40 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto} = \frac{45'6 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 9 \text{ h}$$

2.3.1.3.8. Encofrado visto para alzados de pilas con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto del alzado de la pila. Para la ejecución del capitel será necesaria la ayuda de una grúa que eleve las piezas especiales de encofrado a la altura requerida.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m² (similar al del encofrado curvo con madera machihembrada), su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 83'278 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 83'278 \text{ m}^2 = 2.831'45 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{83'278 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 28 \text{ h}$$

2.3.1.3.9. Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable.

Anteriormente se describió el método de ejecución de un pilote de hormigón in-situ, en este apartado se detallará los costes asociados a dicha ejecución:

- 1'25 metros de diámetro, cada metro lineal de pilote tendrá 1'227 m³ de volumen.
- Hormigón HA-25/F/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante vertido: 78'38 €/m³ * 1'227 m³/m.l. = 96'17 €/m.l., (ha tomado el precio del "Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo" pero quitándole el extra del bombeo).



- Ejecución y excavación del pilote: 150 €/m.l.
- Cantidad de 80'4 kg/m.l de armadura pasiva (aparece en la justificación de precios del proyecto).

$$80'4 \frac{kg}{m.l.} \cdot 0'8 \frac{€}{kg} = 64'32 \frac{€}{m.l.}$$

- Varios (transporte del material excavado a vertedero, instalación y suministro de agua y energía, instalación y suministro de tubos de auscultación...): 20 €/m3.

$$\frac{20 \frac{€}{m^3}}{1'227 \frac{m^3}{m}} = 16'30 \frac{€}{m.l.}$$

De modo que el coste unitario de esta unidad es de $97'17 + 150 + 64'32 + 16'30 = 327'79 \frac{€}{m.l.}$

Para una longitud total de 80 metros de pilote, el coste resultante será:

$$Costes\ pilotes = 327'79 \frac{€}{m} \cdot 80\ m = 26.223'20\ €$$

El tiempo de ejecución será de 4 días, ejecutándose un pilote por día.

2.3.1.3.10. Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.

Este método fue explicado anteriormente, el coste de cada auscultación asciende a 300 €. Por lo que, para 4 auscultaciones, tenemos un coste total de la unidad de 1.200€.

2.3.1.3.11. Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.

Es importante que se prevea un acceso para los camiones que transportan la pilotadora hasta su zona de trabajo.

El transporte a obra del equipo de pilotaje se realizará por medio de un camión góndola, el cual debe ser acompañado en todo su recorrido por la vía pública de dos vehículos de advertencia de vehículo especial.

A continuación, se muestran respectivamente las imágenes de una pilotadora y de un camión góndola.





Este se cuantifica en 6.000 €.

2.3.1.3.12. Traslado a obra y montaje de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares.

Esta unidad se cifra en 2.000 €.

2.3.1.3.13. Traslado a obra de equipo de auscultación.

El traslado a obra y montaje del equipo de auscultación se cifra en 1.200 €.

2.3.1.3.14. Plazo de ejecución de la pila.

La ejecución de la pila comenzará por la excavación de los cimientos, lo cual tendrá una duración de medio día, ya que será necesario adecuar la zona de trabajo para la entrada de máquinas, consideraré que se consumirá el día completo.

Una vez realizada la excavación se ejecutarán los pilotes, ya que no es un gran número de los mismos, se utilizará una única pilotera, por lo que se ejecutará un pilote al día, tardándose en total **4 días**. Tras la ejecución del último será necesario esperar **5 días** a que este frague para continuar con los otros trabajos. En el caso de los pilotes se deja 5 días de fraguado para poder realizar los ensayos de integridad con el hormigón endurecido, si se dejara 1 o 2 días como en el resto de los elementos, los resultados de estos ensayos podrían verse alterados y las decisiones de actuación podrían ser erróneas. (10 días acumulados)

El siguiente día se utilizará para realizar la comprobación sobre la integridad estructural de los pilotes y descabezarlos. (11 días acumulados)

La siguiente fase es la extensión del hormigón de limpieza, es tan poco volumen que no llega ni a media hora, pero como hay que dejarlo que endurezca, el séptimo día consistirá en dicho endurecimiento. (12 días acumulados)

Para la colocación de la ferralla del encepado (voy a repartir la ferralla total proporcionalmente al encepado y a la pila, resultando dos tercios para el encepado y uno



para la pila), se necesitarían aproximadamente 150 horas (15 días) para un único operario, pero como eso es mucho plazo, utilizaremos 5 operarios, con lo cual se reducirá el plazo a **3 días**. (15 días acumulados)

El encofrado del encepado y su hormigonado se realizará la próxima mañana, incluyéndose esta en el plazo de los **2 días** de fraguado. (17 días acumulados)

El decimoctavo día comenzaremos la ejecución del alzado de la pila, esta comienza por la colocación de la ferralla, la cual llevaría en torno a 75 horas (7 días y medio) si únicamente la realizara un operario, pero para reducirlo, utilizaremos 2, reduciendo el tiempo a 38 horas (**4 días**), debido a la forma de la pila, es conveniente que no existan muchos operarios trabajando en el mismo lugar, para que se realice un buen trabajo. (21 días acumulados)

Para el encofrado del alzado de la pila, con un único equipo, necesitaríamos 42 horas, pero utilizaremos dos equipos para reducir este tiempo a **2 días**, al igual que con el ferrallado es importante que no existan muchos equipos y que se puedan estorbar entre los mismos. (23 días acumulados)

El hormigonado del alzado se realiza en a penas una hora el **vigésimo cuarto día** por la mañana. Dejando el resto del día y el día siguiente para que frague, realizando el desencofrado el vigésimo segundo día por la tarde. (25 días acumulados).

Para finalizar se ejecutarán las mesetas de apoyo de los neoprenos, cuyas fases son encofrado, hormigonado y fraguado (**2 días** en total). (27 días acumulados). En paralelo a la ejecución de las mesetas, se puede realizar el relleno localizado (3´5 horas), el cual no afecta al camino crítico.

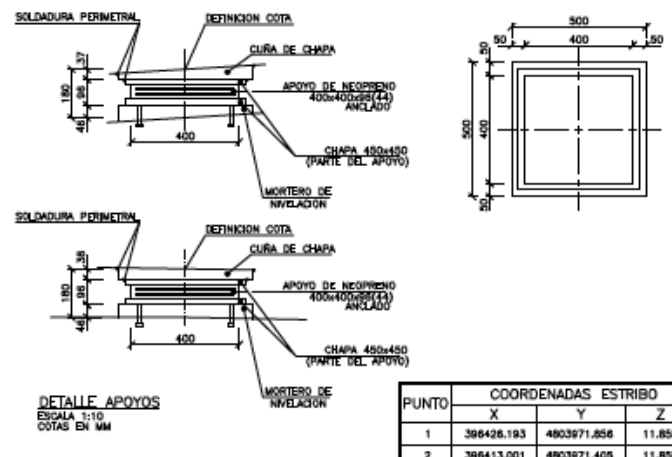
Por lo que se acaba de describir, la ejecución de la pila durará, siendo pesimistas, **27 días**, casi 6 semanas.

2.3.1.4. Subcapítulo 3.1.3: Tablero.

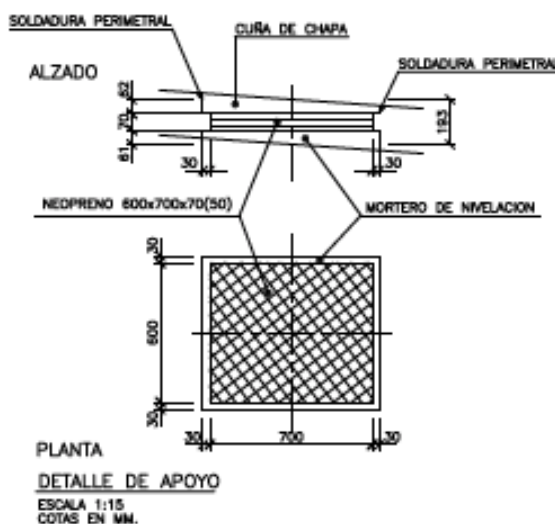
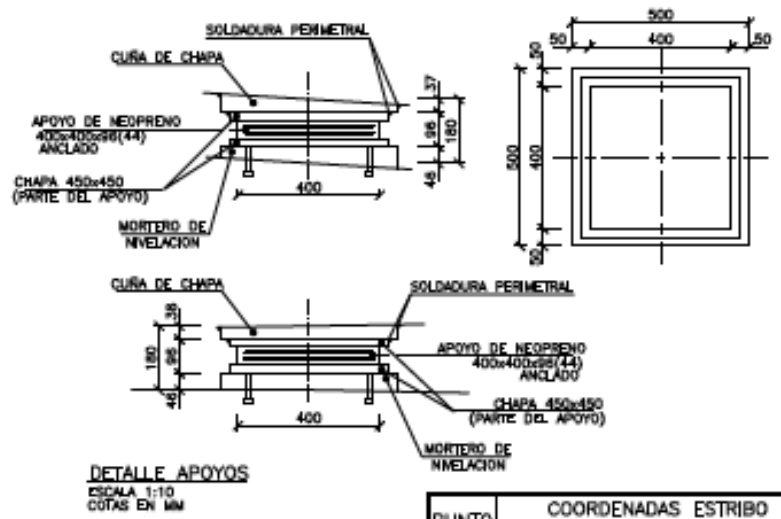
La ejecución del tablero comenzará con la colocación de los apoyos de neopreno. Se ejecutan 6 apoyos en total, 2 en cada estribo y dos en la pila. Los aparatos de apoyo se utilizan tanto para el apoyo del tablero en los estribos y la pila como para la correcta transmisión de las cargas.

El apoyo de neopreno es un elemento que siempre irá colocado en posición horizontal, siendo la meseta de apoyo de los estribos o pila y una cuña de chapa en el tablero los elementos que absorben las diferentes inclinaciones. No todos los apoyos van a ser iguales, los apoyos de los estribos se tratan de unos apoyos de neopreno zunchado (disponen de placas de acero en su interior) cuadrados de 400 mm de lado, colocados entre chapas cuadradas de acero de 450 mm de lado, el espesor total del apoyo (incluidas las placas) es de 96 mm, correspondiendo 44 milímetros al neopreno; la chapa inferior del apoyo irá anclada al estribo para evitar de esta forma los posibles levantamientos del tablero. La cuña de chapa existente sobre el apoyo tendrá una forma cuadrada de 500 mm de lado, y entre la cuña y la chapa superior del apoyo se realizará una soldadura perimetral

para que trabajen conjuntamente en la transmisión de cargas. A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos del estribo 1:



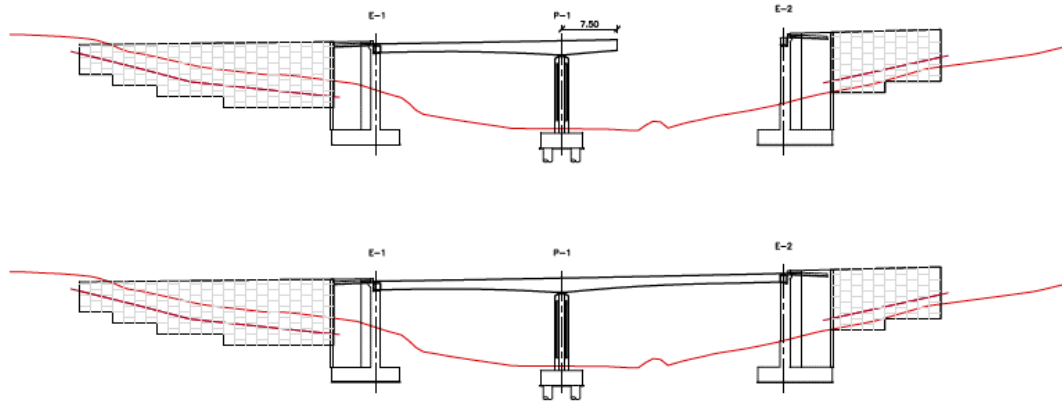
A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos del estribo 2:



Los apoyos de la pila son apoyo de neopreno con forma rectangular en planta (600x700 mm²), colocados entre chapas de las mismas dimensiones, siendo el espesor del conjunto de 70 mm, correspondiendo 50 al neopreno. En el caso de la pila la chapa inferior no irá anclada a la pila y la superior no será soldada a la cuña de chapa correspondiente al tablero. A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos de la pila:

Para la elevación y colocación de los diferentes apoyos se empleará un camión grúa.

La siguiente operación será la colocación de la parte metálica del cajón en dos fases:



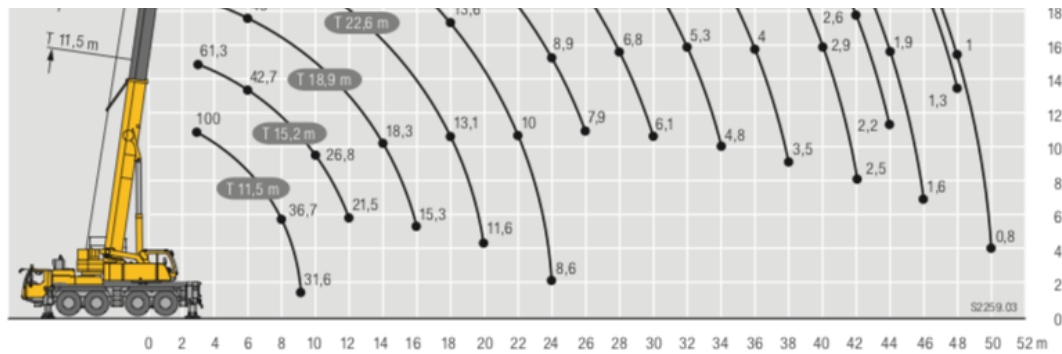
La primera fase será la elevación de un primer “tramo” del tablero, correspondientes al primer vano (25 metros) a los 7’5 siguientes del segundo vano, quedando el resto del segundo vano para ser elevado en la siguiente fase.

Es común en las estructuras metálicas y mixtas, como es nuestro caso, que la parte metálica sea premontada y ensamblada en el taller metálico, para acelerar el proceso de ejecución y mejorar su calidad, ya que el control de ejecución es mucho mejor en un taller que en la obra. En este ensamble se tiene en cuenta desde el principio el proceso de transporte del tablero, ya que en caso de que sea transportado en varias piezas, todas las fases de ejecución, elevación y montaje deberán ser calculadas en el proyecto para evitar posibles colapsos de la estructura durante su ejecución. Por lo que se acaba de describir es lógico que del segundo vano se hayan cogido 7’5 metros (el 25% del mismo), ya que es la zona en la que la ley de momentos de peso propio es nula, por lo que es la mejor zona para colocar la soldadura de unión de las dos piezas.

Para hacer una estimación del peso que será levantado en cada fase y así estimar que grúa será necesaria para la operación, voy a sumar el peso de los aceros utilizados (S 275 y S355) y lo repartiré uniformemente por unidad de longitud; resultando un peso total de $(1.171'16 + 98.860'49) 100.031'65$ kg, que, repartido entre los 55 metros de tablero, resultan 1.818'75 kg por cada metro de tablero. Así bien, los tramos de cada fase pesarán:

- Fase 1 ($25 + 7'5 = 32'5$ m): $1.818'75 \text{ kg/m} * 32'5 \text{ m} = 59.109'38$ kg (60 toneladas).
- Fase 2 ($30 - 7'5 = 22'5$ m): $1.818'75 \text{ kg/m} * 22'5 \text{ m} = 40.921'88$ kg (41 toneladas).

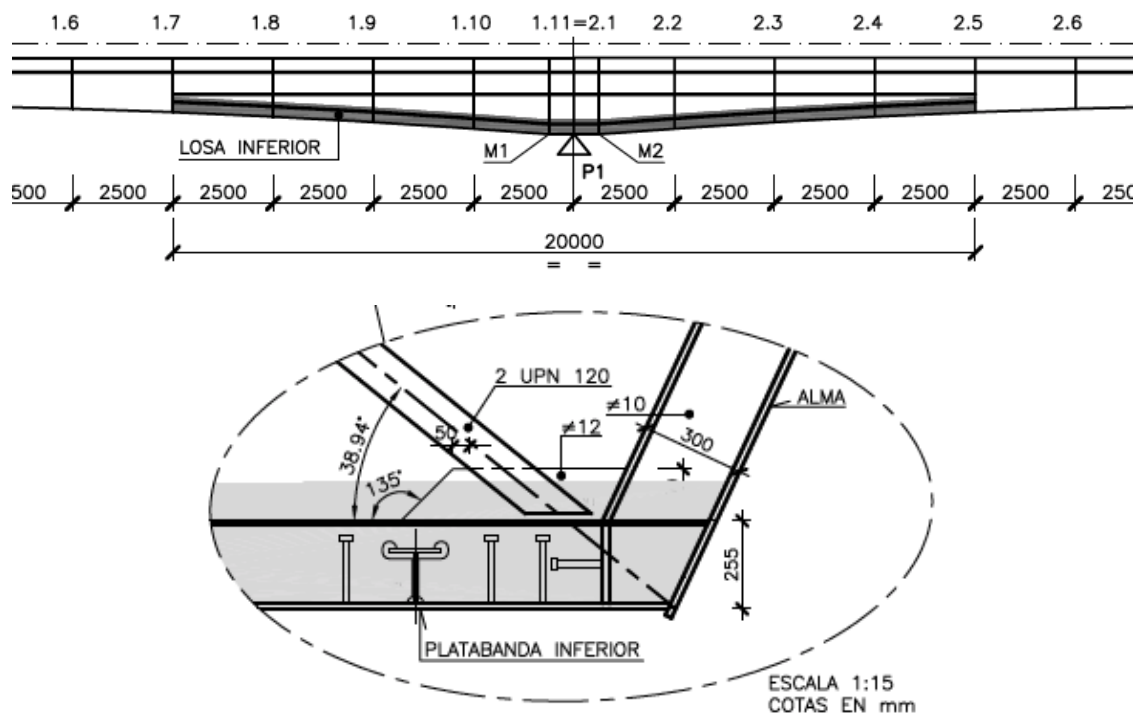
Conocidos los pesos de cada fase y que para la elevación de los mismos se trabaja sobre tierra firme, se considera que el radio de giro necesario para realizar la operación es de 7 metros (3’5 metros de medio cajón más un resguardo de otros 3’5 metros considerando la apertura telescópica de la grúa) y que se utilizará el mismo equipo de elevación en ambas fases, estando la limitación de carga en las 60 toneladas de la primera fase. El equipo de elevación consistirá en una pareja de grúas de tipo Liebherr LTM 1100-4.2 o similar, de 100 toneladas de capacidad. A continuación, se muestra una imagen del catálogo de las mismas se observa en la escala horizontal el radio de giro, en la vertical la altura de operación y en las rayas negras la capacidad de la grúa para las longitudes indicadas. Es recomendable la utilización de dos grúas ya que así la capacidad de plataforma de trabajo, aunque se trabaje sobre tierra firme, requerirá menor exigencia.



Volviendo al proceso de ejecución, se elevará la primera fase, después la segunda y se soldarán ambas partes para que colaboren entre sí correctamente.

Lo siguiente será el hormigonado de la losa inferior en la zona de pila, esto se debe a que es en esta zona en la que se producen compresiones en la zona inferior de la sección, por lo que al acero se le dota de la ayuda del hormigón para evitar las abolladuras, esta técnica se conoce como doble acción mixta.

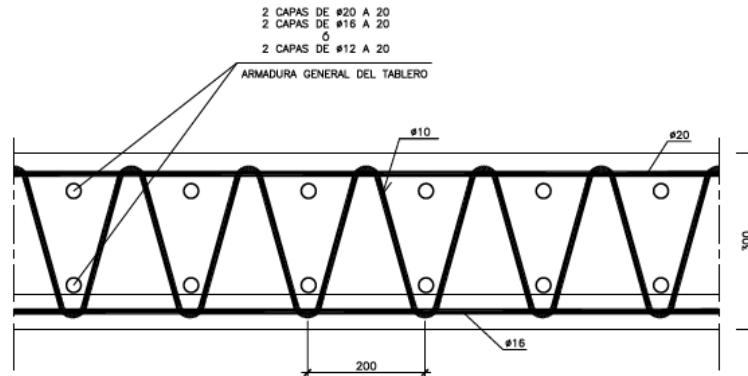
Como se podrá ver en las siguientes imágenes, la losa de hormigón ejecutada en la parte inferior de la sección tendrá un espesor de 35 centímetros y una longitud de 20 metros (10 metros hacia cada vano contando desde el apoyo del tablero en la pila).



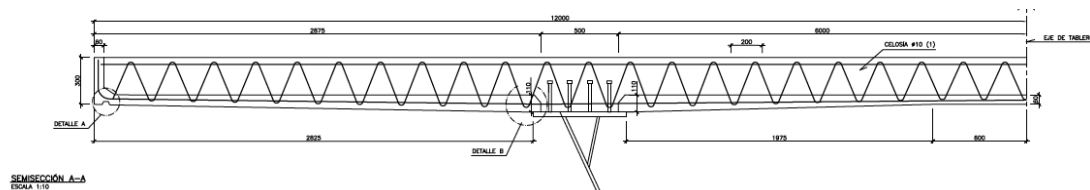
Para que el hormigón y el acero colaboren conjuntamente a nivel de sección, existen una serie de conectores alojados en la platibanda inferior en la zona en la cual se extiende la losa inferior.

Las siguientes fases de ejecución del tablero corresponden a la losa de hormigón armado de la parte superior de la sección, de canto variable entre 30 y 35 centímetros (incluyendo la semilosa). Para ello se comienza colocando las semilosas de hormigón armado a modo

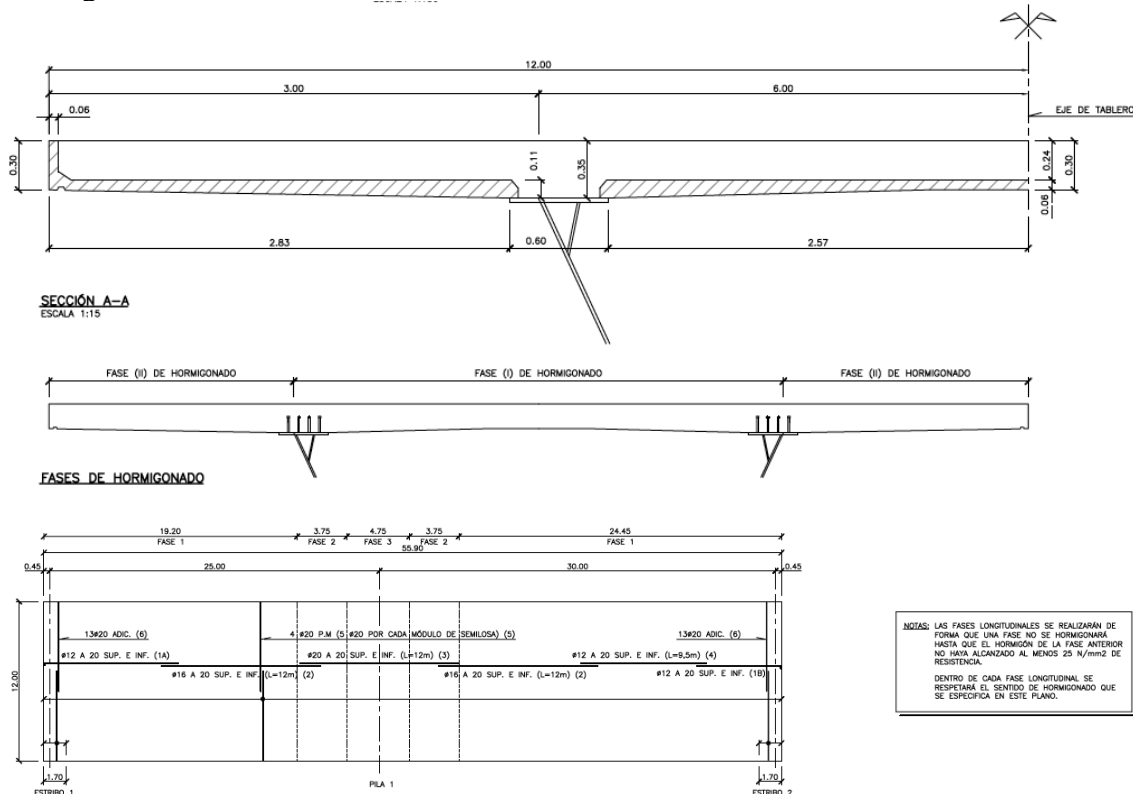
de encofrado de la posterior losa. Para que tanto semilosas como losa trabajen conjuntamente, las semilosas llevan alojadas parte de la armadura pasiva, este detalle se puede ver a continuación:



Al igual que se marca el proceso constructivo del avance del hormigonado de la losa superior en longitudinal, en los planos también se marca el mismo en el sentido transversal, debiéndose realizar desde el interior hacia el exterior. Si se hormigonara de fuera hacia dentro, existe el peligro de que la semilosa volcara.



A continuación, se muestran unas imágenes de los planos correspondientes a la losa de hormigón armado.



Por tanto, y como indican los planos, la ejecución de la losa superior se realizará en diferentes fases, la primera será colocar las semilosas para a continuación y siguiendo las indicaciones completar la losa, guardando los tiempos de fraguado entre estas fases para que el hormigón vaya adquiriendo resistencia y sea colaborante junto con el acero.

Una vez ejecutada la losa superior solo quedará realizar los acabados, extender el firme y realizar la prueba de carga.

2.3.1.4.1. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Esta unidad corresponde al acero utilizado en la losa superior del puente, su coste y el rendimiento de su ejecución se indicó en el apartado 2.3.1.2.5. del presente documento. Con una cantidad de 29.087'85 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 29.087'85 \text{ kg} = 23.270'28 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{29.087'85 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 230'4 \text{ h}$$

2.3.1.4.2. Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central y puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al hormigón del tablero, tanto de la losa superior como inferior. Con un volumen total de 205'21 m³, y diferenciando entre losa superior e inferior en cuanto a lo que luego plazos nos referiremos, la losa inferior tiene unas dimensiones aproximadas de 20 metros de largo, un ancho medio de 4'5 metros y un espesor de 0'35 metros; resultando un volumen de 31'5 m³ de hormigón en la losa inferior. Y un volumen de 173'71 m³ para la losa superior. Repartiendo ahora el volumen de la losa superior entre los 55'9 metros totales de tablero (contando más allá de los apoyos de los estribos), resulta un volumen de losa superior por metro longitudinal de tablero de 3'11 m³. Esta unidad tiene un coste unitario de 91'09 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con todo lo anterior, resultan:

$$\text{Costes HA - 35, bombeado} = 91'09 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 205'21 \text{ m}^3 = 18.692'58 \text{ €}$$

Tiempos de ejecución:

- Losa inferior, 31'5 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior} = \frac{31'5 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0'8 \text{ h}$$

- Losa superior, fase 1 (19'2+24'45=43'65 m): 43'65 m * 3'11 m³/m = 135'75 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior, fase 1} = \frac{135'75 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 3'4 \text{ h}$$



- Losa superior, fase 2 ($3'75+3'75=7'5$ m): $7'5 \text{ m} * 3'11 \text{ m}^3/\text{m} = 23'33 \text{ m}^3$:

$$\text{Tiempo HA} - 35, \text{ bombeado, losa inferior, fase 2} = \frac{23'33 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{h}} = 0'6 \text{ h}$$
- Losa superior, fase 3: $4'75 \text{ m} * 3'11 \text{ m}^3/\text{m} = 14'77 \text{ m}^3$:

$$\text{Tiempo HA} - 35, \text{ bombeado, losa inferior, fase 3} = \frac{14'77 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{h}} = 0'4 \text{ h}$$

Todos los tiempos de hormigonado son bajos, por lo que, en cuanto a los plazos, se considerará que la misma jornada en la cual se hormigone contará en los dos días de fraguado.

2.3.1.4.3. Acero S-275-J2-G3 en estructura de acero.

Esta unidad corresponde al acero de los perfiles estructurales utilizados en el tablero del puente. El coste unitario de esta unidad es de $2'10 \text{ €/kg}$, para una cantidad de $1.171'16 \text{ kg}$, resulta:

$$\text{Costes acero S} - 275 = 2'10 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 1.171'16 \text{ kg} = 2.459'44 \text{ €}$$

Esta unidad tendrá asociado el tiempo de elevación y colocación del tablero, ya que su ejecución se realizará en taller.

2.3.1.4.4. Acero S-355-J2-G1-W en estructura de acero.

Esta unidad corresponde al acero de las chapas estructurales del tablero del puente. El coste unitario de esta unidad es de $2'15 \text{ €/kg}$, para una cantidad de $98.860'49 \text{ kg}$, resulta:

$$\text{Costes acero S} - 355 = 2'15 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 98.860'49 \text{ kg} = 212.550'05 \text{ €}$$

Esta unidad tendrá asociado el tiempo de elevación y colocación del tablero, ya que su ejecución se realizará en taller.

2.3.1.4.5. Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta.

Esta unidad corresponde a las prelosas que se colocan colaborantes con la losa superior de hormigón armado, que además de tener un carácter estructural funcionarán como encofrado de la misma. El coste unitario de esta unidad es de 100 €/m^2 , con una superficie de $668'4 \text{ m}^2$, resulta un coste de:

$$\text{Costes semilosa} = 100 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 668'4 \text{ m}^2 = 66.840'00 \text{ €}$$

La colocación de las prelosas gastará una jornada completa de trabajo.

2.3.1.4.6. Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.

Esta unidad corresponde a la impermeabilización de la losa de hormigón mediante mortero bituminoso. La superficie del hormigón estará limpia y perfectamente seca, sin elementos sueltos, polvo, grasa, aceite, agua, así como contaminantes que tiendan a disminuir la adherencia del sistema de impermeabilización al soporte.

Se aplicarán dos capas de mortero bituminoso, una de imprimación y otra de acabado que se ejecutará una vez curada la anterior. Sobre la última se espolvoreada árido de cuarzo para mejorar la adherencia. Sobre estas capas de imprimación se extenderá el paquete de firmes.

El coste unitario de esta unidad es de 10 €/m², con una superficie de 668'4 m², resulta un coste de:

$$\text{Costes mortero bituminoso} = 10 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 668'4 \text{ m}^2 = 6.684'00 \text{ €}$$

2.3.1.4.7. Apoyo de neopreno zunchado.

Esta unidad corresponde a los apoyos de neopreno utilizados en los estribos y en la pila. Su coste unitario se estima en 30 €/dm³, con un volumen de 120'24 dm³, resulta un coste de:

$$\text{Costes neopreno} = 30 \frac{\text{€}}{\text{dm}^3} \cdot 120'24 \text{ dm}^3 = 3.607'20 \text{ €}$$

2.3.1.4.8. Plazo de ejecución del tablero.

La ejecución del tablero comienza por la colocación de los apoyos, seguido de la elevación y colocación de ambas partes metálicas del tablero y la ejecución de la soldadura entre ambas. Debido a la complicada operación necesaria para la elevación y colocación de las partes metálicas del tablero, considero que la duración de todas las operaciones anteriores será de **3 días**.

Se continúa con el hormigonado de la losa inferior, para lo cual se utilizarán **2 días** contando el hormigonado y el tiempo de fraguado. (5 días acumulados)

La siguiente actuación será la colocación de las prelosas, lo cual llevará **3 días**. (8 días acumulados)

A continuación, seguiremos con la ejecución de la losa superior, la cual se ejecuta en tres fases, y cada fase a su vez se puede dividir en dos operaciones:

1º.-Ferralla y encofrado: 3 días.

2º.-Hormigonado y fraguado: 2 días.

Por tanto, la ejecución de la losa superior conlleva **12 días** (3 fases de 4 días cada una). (20 días acumulados)

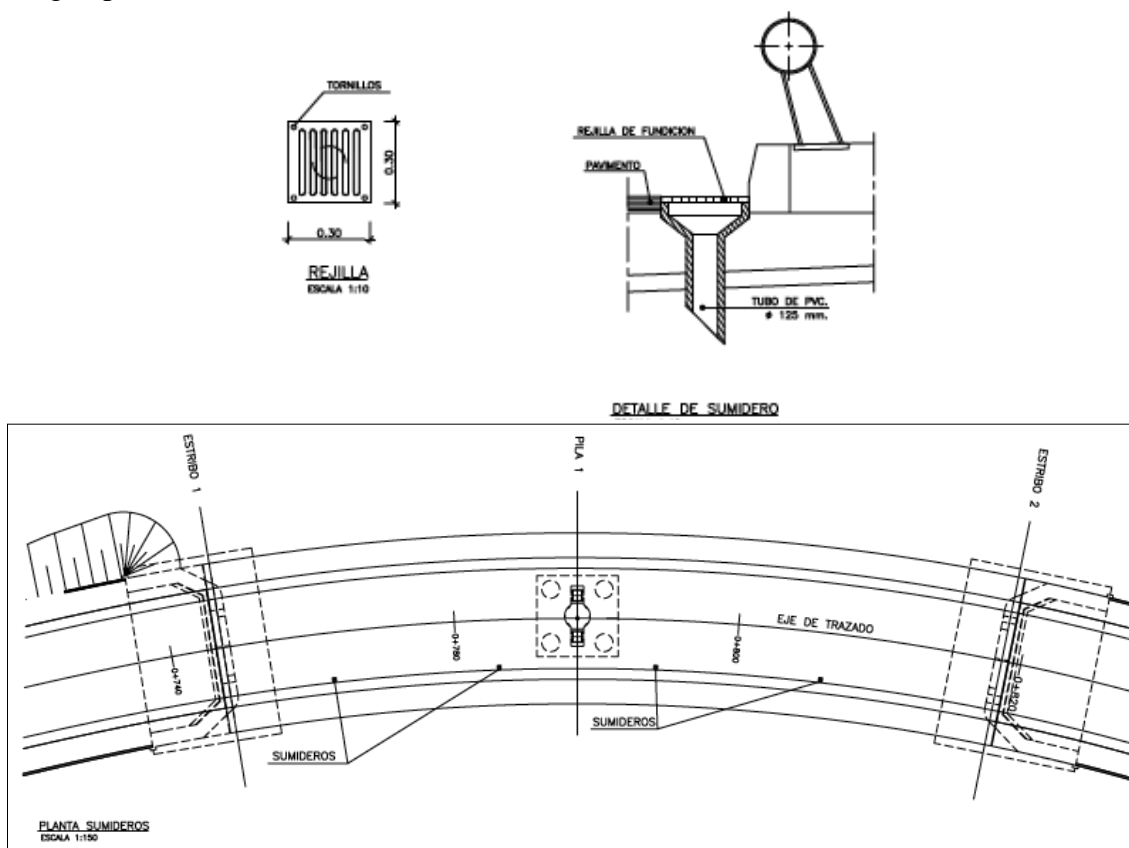
Por lo que se ha descrito, la ejecución del tablero durará 20 días.

2.3.1.5. Subcapítulo 3.1.4: Acabados.

Una vez ejecutada la losa superior solo quedará realizar los acabados, extender el firme y realizar la prueba de carga. Las unidades de obra incluidas en este subcapítulo no llevan asociados tiempos de ejecución, Ya que a los acabados se ejecutarán entre la finalización del tablero y los 28 días naturales (20 días de trabajo) hasta que se realiza la prueba de carga.

2.3.1.5.1. Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm.

Esta unidad corresponde a los sumideros colocados en el tablero y cuya misión es recoger el agua procedente de la plataforma y realizar su vertido directo al cauce.



El coste unitario de esta unidad se estima en 40 €/unidad. Para 4 unidades, resulta:

$$\text{Costes junta neopreno} = 40 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 4 \text{ ud} = 160'00 \text{ €}$$

2.3.1.5.2. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.

Esta unidad quedará definida en el apartado 2.5.2., correspondiente a isletas y aceras en el capítulo de firmes.

Esta unidad tiene un coste unitario de 18 €/m. Para una medición de 223'35 m, tenemos un coste total del:

$$\text{Costes bordillo C5 – R5} = 18 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 223'35 \text{ m} = 4.020'30 \text{ €}$$

2.3.1.5.3. Acera baldosada de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor de estructura.

Esta unidad es similar a las definidas en el apartado 2.5.2., correspondiente a isletas y aceras en el capítulo de firmes.

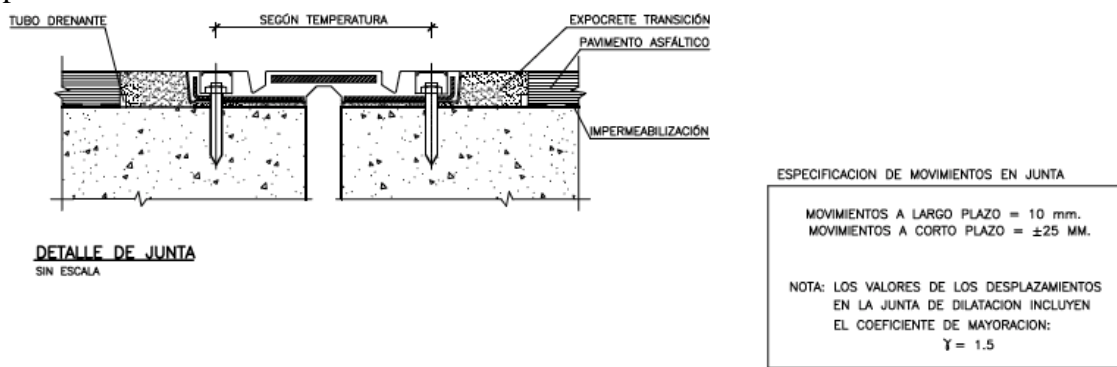
Su coste unitario es de 35 €/m², con una medición de 223'35 m², resulta un coste total de:

$$\text{Costes acera baldosa} = 35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 223'35 \text{ m}^2 = 7.817'25 \text{ €}$$

2.3.1.5.4. Junta de neopreno armado con 70 mm de movimiento máximo permitido.

Estas juntas sirven para permitir el correcto movimiento del tablero debido a la retracción y fluencia, cambios de temperatura y, en menor medida, por el paso de los vehículos. Además, presentan una superficie de rodadura lo más continua posible, evitando en la medida de lo posible la incomodidad de los usuarios de la vía.

Es necesario disponer una junta a cada lado del tablero, en el estribo, donde acaba el tablero y se da la transición a la plataforma de la carretera. Es decir, se prevé la instalación de unas juntas de dilatación de tipo neopreno armado, consistente en una banda de material elastómero, con unos refuerzos de acero. El conjunto se ancla mediante pernos al borde de la estructura, debiendo estas cumplir con los requisitos establecidos en los planos.



El coste unitario de esta unidad se estima en 300 €/m, para una longitud de 24 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes junta neopreno} = 300 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 24 \text{ m} = 7.200'00 \text{ €}$$

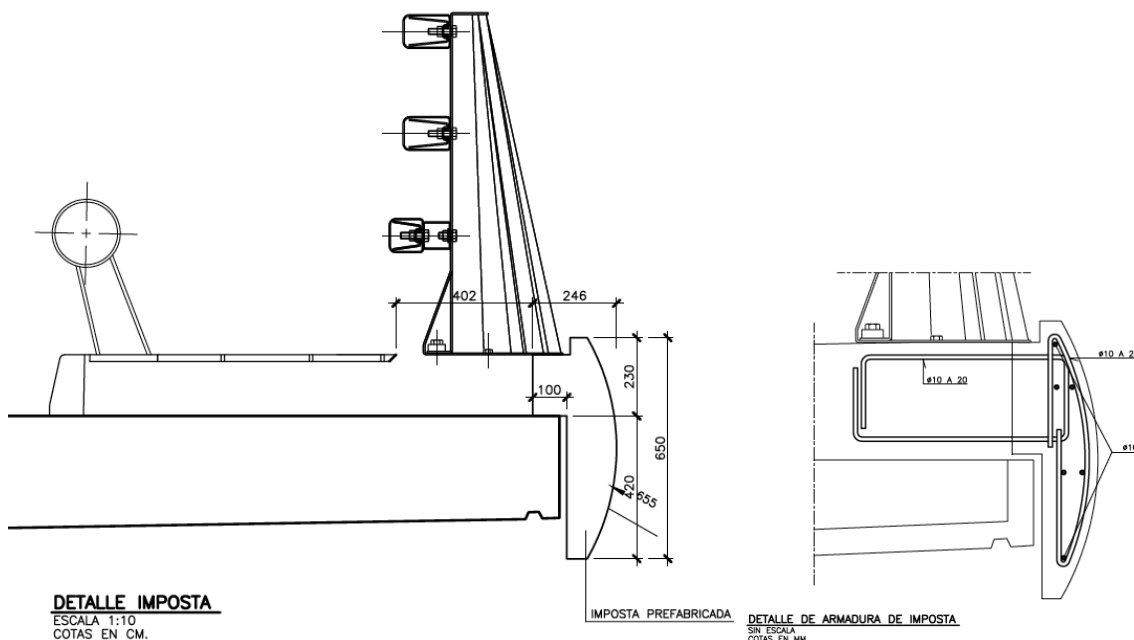
2.3.1.5.5. Prueba de carga estática para la estructura de carreta E-1 en el P.K. 0+790.

Esta unidad corresponde al último trabajo que se realizará en la estructura antes de poder ser abierta al uso. Para la realización de la misma se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

El coste de esta unidad se cifra en torno a los 3.000 €.

2.3.1.5.6. Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.

Esta unidad corresponde al elemento de hormigón que se ejecuta en el costado del tablero y se utiliza como vierte agua para que esta no caiga por el tablero. Se ejecuta contra la losa de la acera, y entre la losa y la imposta se ancla la barrera de seguridad.



El coste unitario de esta unidad se estima en 80 €/m, para una longitud de 223'35 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes imposta} = 80 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 223'35 \text{ m} = 17.868'00 \text{ €}$$

2.3.1.5.7. Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

Esta unidad y las dos siguientes corresponden al pretil (barrera de seguridad) alojado en los costados de la plataforma de la estructura para evitar las caídas.

El coste unitario de esta unidad se estima en 190 €/m, para una longitud de 223'35 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes pretil} = 190 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 223'35 \text{ m} = 42.436'50 \text{ €}$$

2.3.1.5.8. Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

El coste unitario de esta unidad se estima en 270 €/ud, para una cantidad de 4 unidades, resulta un coste de:

$$\text{Costes remate pretil} = 270 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 4 \text{ ud} = 1.080'00 \text{ €}$$

2.3.1.5.9. Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente.

El coste unitario de esta unidad se estima en 110 €/m, para una longitud de 223'35 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes barrera semi - rígida} = 110 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 223'35 \text{ m} = 24.568'50 \text{ €}$$

2.3.1.5.10. Plazo de ejecución de los acabados.

El plazo de ejecución de los remates, como ya se indicó, será de 20 días, en cuyo momento se realizará la prueba de carga.

2.3.1.6. Plazo de ejecución de la estructura.

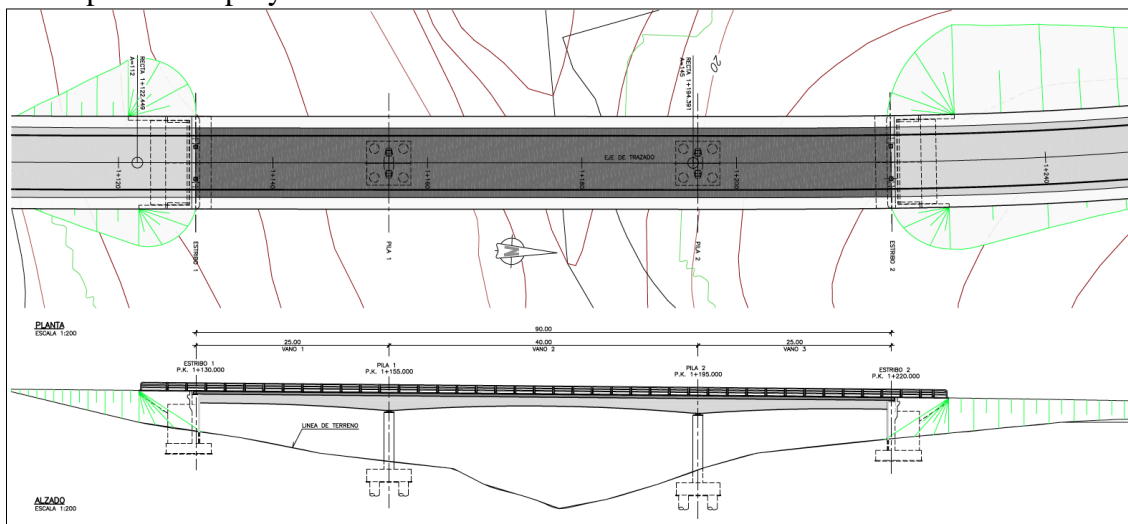
Se repiten los plazos indicados de los diferentes elementos estructurales:

- Estribos y muros: 28 días.
- Pila: 27 días.
- Tablero: 20 días.
- Acabados: 20 días.

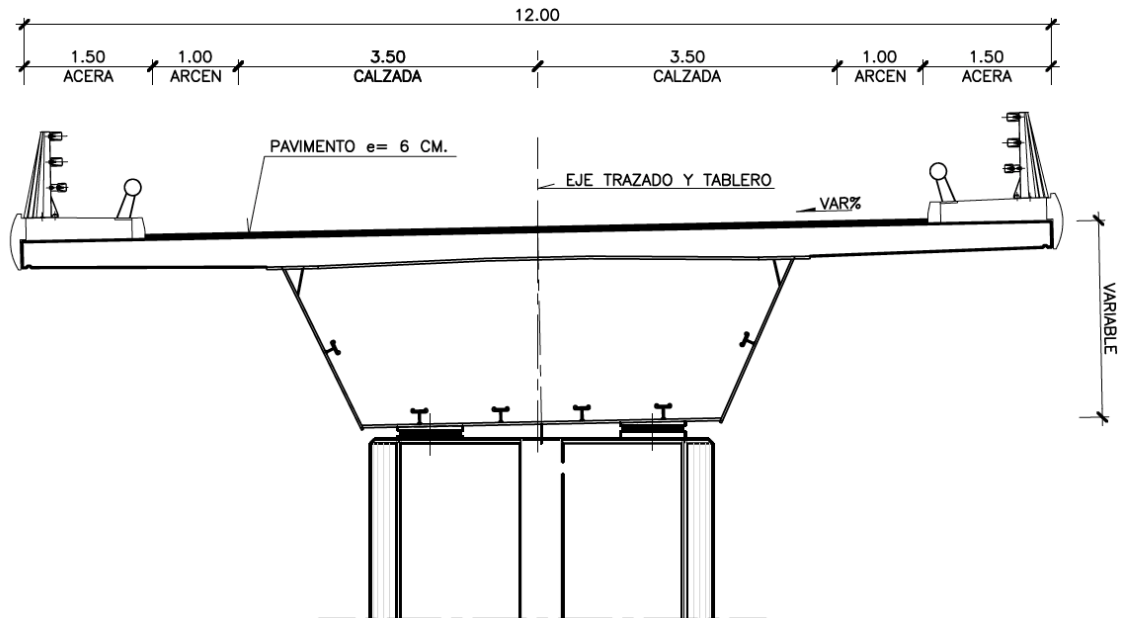
El procedimiento de ejecución global de la estructura será comenzar al principio con los estribos y muros, y la pila, teniendo la pila un posible retraso de 5 días; para continuar con el tablero y finalizar con los acabados. Con un tiempo total de 28+20+20 = 68 días, cerca de 14 semanas (3 meses y medio).

2.3.2. SUBCAPÍTULO 3.2: ESTRUCTURA 2 (PUENTE SOBRE VAGUADA (P.K. 1+175)).:

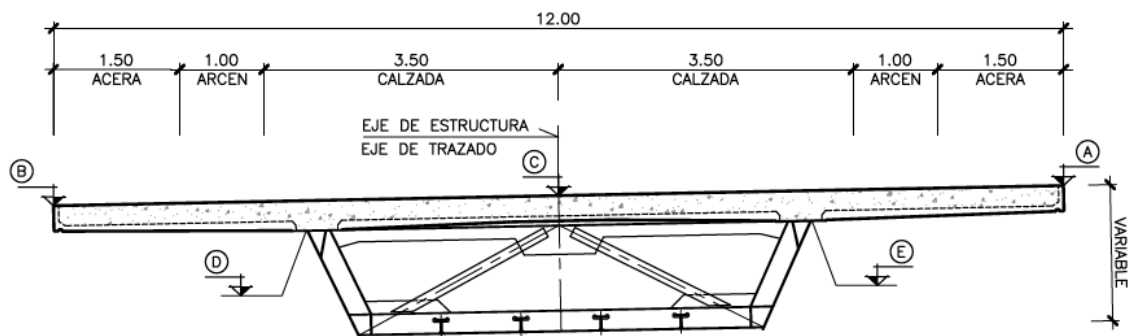
Esta estructura está situada entre los P.K. 1+120 y 1+210 (con una longitud de 90 metros de tablero); los P.K. citados corresponden a la posición de los apoyos del tablero sobre los estribos. A continuación, se muestra la planta y el alzado de la estructura que aparece en los planos del proyecto:



El puente es un tablero mixto, de acero y losa de hormigón armado, de tres vanos con luces de 25, 40 y 25 metros entre apoyos. La sección transversal del puente consiste en un cajón rectangular metálico con almas inclinadas. El canto es variable entre 1'50 metros en la zona de vano y 2'25 metros en el apoyo sobre la pila. La anchura del tablero se mantiene constante con un valor de 12'00 metros. A continuación, se muestran las secciones transversales aparecidas en los planos:

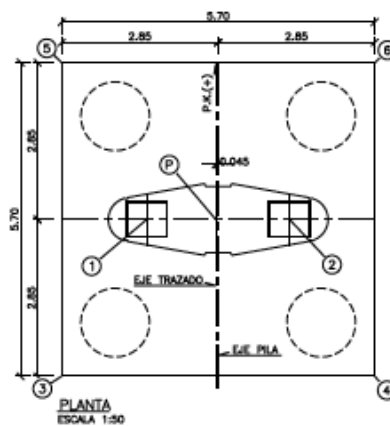
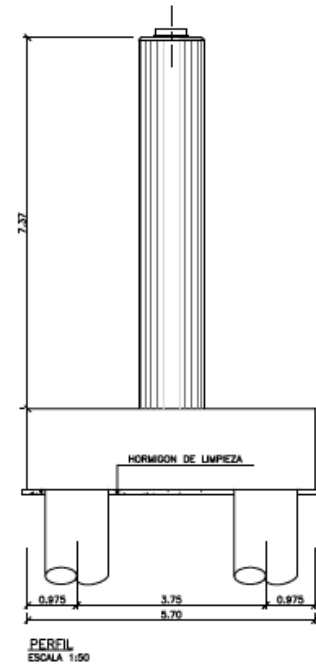
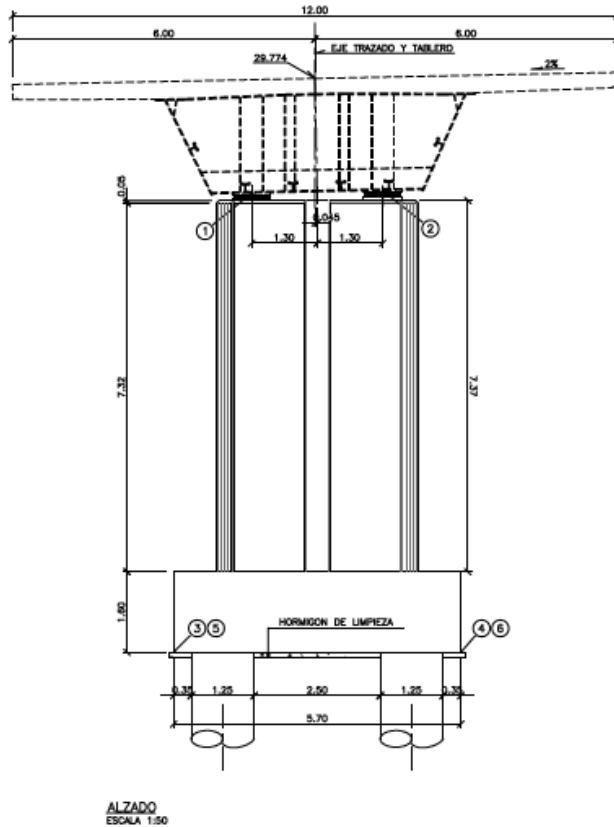


SECCIÓN TRANSVERSAL
ESCALA 1:50

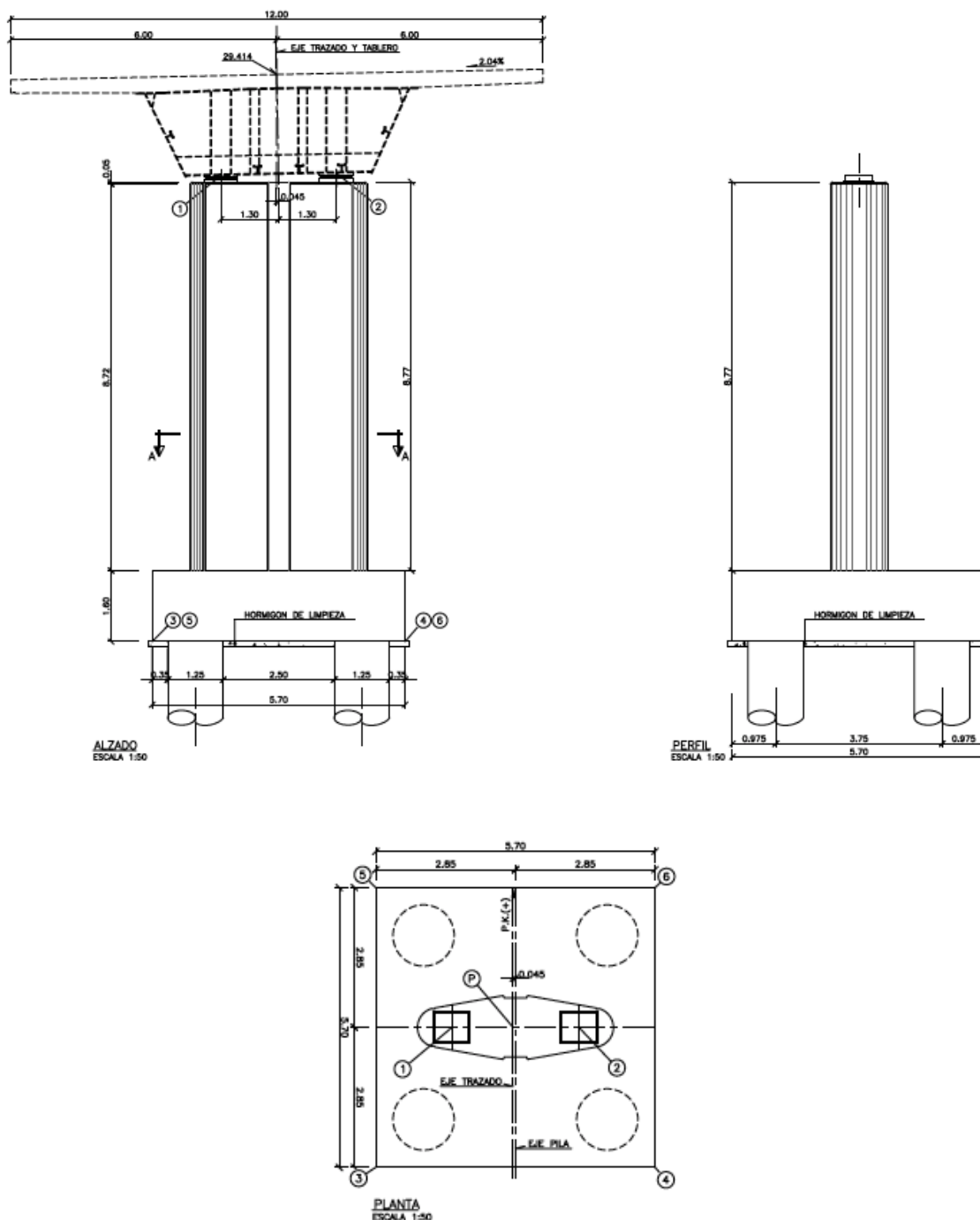


SECCIÓN TRANSVERSAL
ESCALA 1:50

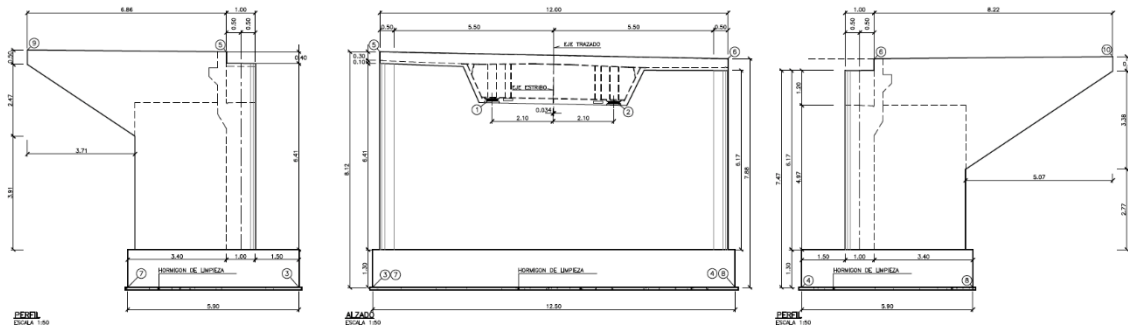
El tablero se apoya en dos pilas intermedias, las cuales, a diferencia de las pilas de la primera estructura, mantienen una sección constante desde su arranque en el encepado hasta la coronación de las mismas. La cimentación de las pilas será profunda con cuatro pilotes de 1'25 metros de diámetro. Sobre cada pila se colocarán dos apoyos de neopreno. A continuación, se muestran vistas correspondientes a las pilas aparecidos en los planos de la pila 1:



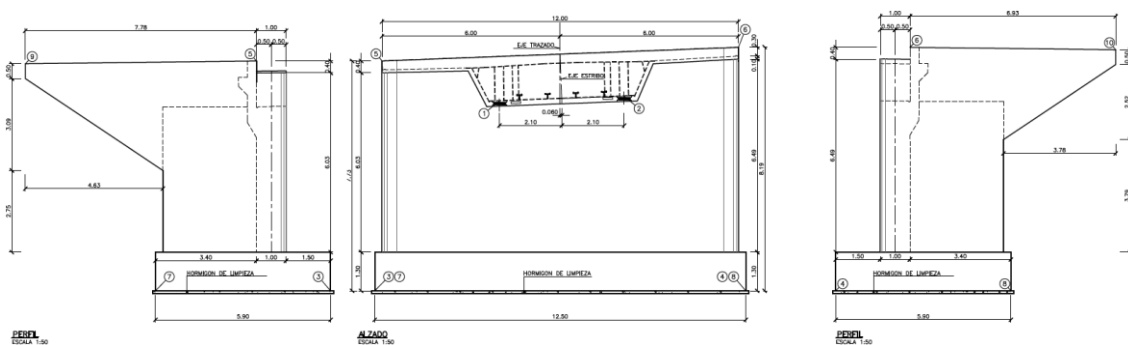
A continuación, se muestran vistas correspondientes a las pilas aparecidos en los planos de la pila 2:



Los estribos son cerrados y cimentados sobre cimentación directa. Tienen aletas en vuelta en la longitud correspondiente al talón de la zapata, y unos voladizos en la parte superior para recoger la pendiente de los terraplenes de acceso. Cada estribo tiene dos apoyos de tipo anclado. A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del estribo 1 (P.K. 1+120):



A continuación, se muestran diferentes vistas correspondientes a los planos del estribo 2 (P.K. 1+210):

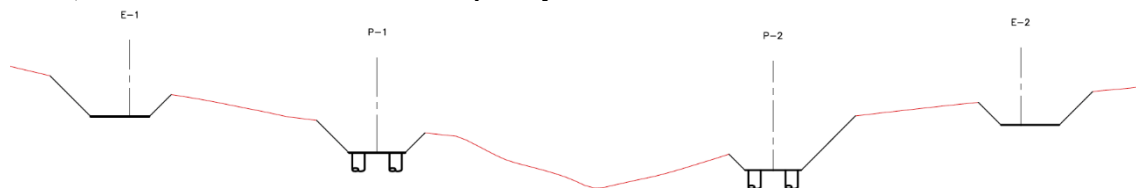


2.3.2.1. Proceso de ejecución.

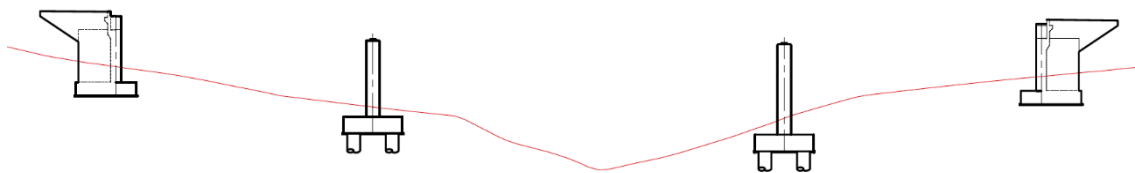
Se seguirá el proceso de ejecución indicado en los planos del proyecto, en el subcapítulo correspondiente a cada elemento estructural se indicará con mayor detalle el procedimiento de ejecución de los mismos.

Según el proyecto las fases de ejecución son las siguientes:

- 1) Excavación de cimientos en pilas y estribos.



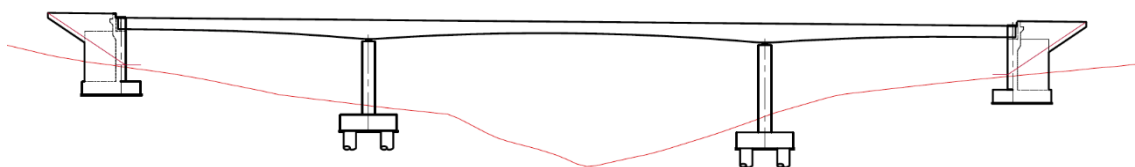
2) Ejecución de estribos y pilas.



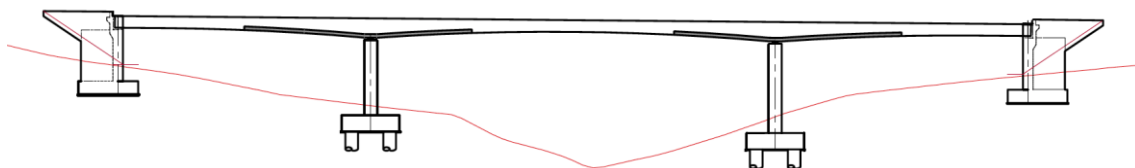
3) Ejecución de la primera fase del cajón.



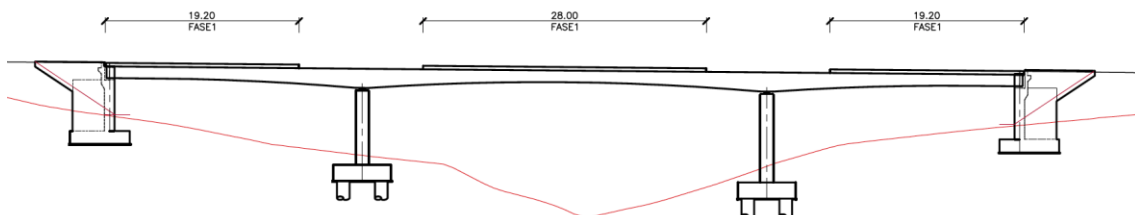
4) Ejecución de segunda fase del cajón.



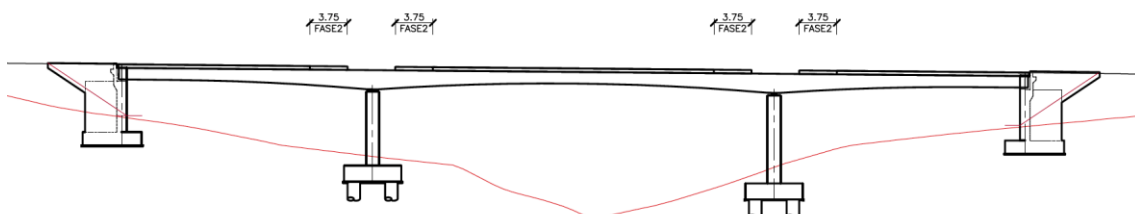
5) Ejecución de hormigonado de losas inferiores.



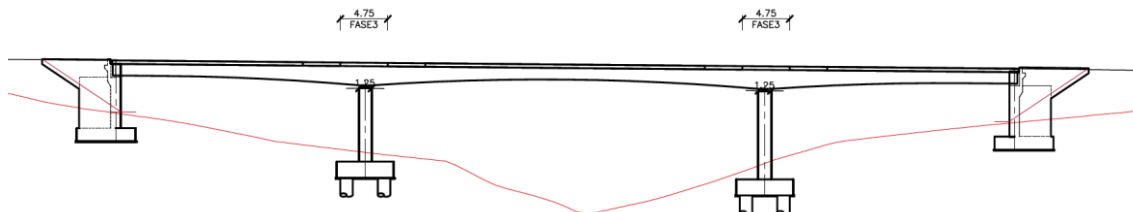
6) Ejecución de la primera fase de hormigonado de losa superior.



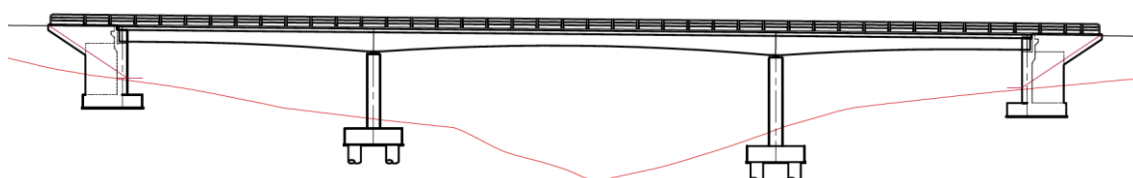
7) Ejecución de la segunda fase de hormigonado de losa superior.



8) Ejecución de la tercera fase de hormigonado de losa superior.



9) Finalización de remates y acabados de la estructura.



2.3.2.2. Subcapítulo 3.2.1: Estribos.

El procedimiento de ejecución de los estribos de esta segunda estructura es similar al descrito en el apartado 2.3.1.2. correspondiente a los estribos de la primera estructura. Por lo tanto, se seguirán las indicaciones descritas en el apartado que se acaba de nombrar.

Se continúa con la descripción de las diferentes unidades de obra.

2.3.2.2.1. Excavación en zanja y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 1.253'954 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 1.253'954 \text{ m}^3 = 2.344'89 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{1.253'954 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 31 \text{ h}$$

2.3.2.2.2. Relleno localizado.

Siguiendo las indicaciones del apartado 2.3.1.2.2. de este mismo documento. Esta unidad tiene un coste unitario de 2'00 €/m³ y un rendimiento de 675 m³/día.

Para un volumen de 1.012'292 m³, tenemos:

$$\text{Coste relleno localizado} = 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 1.012'292 \text{ m}^3 = 2.024'58 \text{ €}$$

La ejecución de este relleno no imputa tiempo de ejecución porque se realizará mientras se avanza con trabajos de mayor importancia.

2.3.2.2.3. Tubo dren de 160 mm de diámetro.

El coste unitario de esta unidad se estima en 15'00 €/m. Por lo que para una medición de 28 metros. Resulta un coste total de:

$$\text{Coste tubo dren} = 15'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 28 \text{ m} = 420'00 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.2.2.4. Lámina drenante.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.2.4. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se ha estimado en 16'00 €/m². Por lo que para una medición de 133'17 m². Resulta un coste total de:

$$\text{Coste lámina drenante} = 16'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 133'17 \text{ m}^2 = 2.130'72 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.2.2.5. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.2.4. del presente documento.

Con una cantidad de 42.452'595 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 42.452'595 \text{ kg} = 33.962'08 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{42.452'595 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 530'7 \text{ h}$$

2.3.2.2.6. Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a las zapatas de los estribos.

Esta unidad tiene un coste unitario de 83'38 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 191'75 m³, resultan:

$$\text{Costes HA - 25, bombeado} = 83'38 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 191'75 \text{ m}^3 = 15.988'12 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA - 25, bombeado} = \frac{191'75 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 5 \text{ h}$$

2.3.2.2.7. Hormigón HA-30/B/20/Illa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a los alzados de los estribos.

Esta unidad tiene un coste unitario de 87'02 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 264'795 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HA} - 30, \text{ bombeado} &= 87'02 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 264'795 \text{ m}^3 = 23.042'46 \text{ €} \\ \text{Tiempo HA} - 25, \text{ bombeado} &= \frac{264'795 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 7 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.2.2.8. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 26'612 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HM} - 15, \text{ vertido} &= 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 26'612 \text{ m}^3 = 1.725'79 \text{ €} \\ \text{Tiempo HM} - 15, \text{ vertido} &= \frac{26'612 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.2.2.9. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde al encofrado oculto de la zapata del estribo, la losa de transición y al trasdós del estribo.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 403'736 m², resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes encofrado recto} &= 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 403'736 \text{ m}^2 = 9.689'66 \text{ €} \\ \text{Tiempo encofrado recto} &= \frac{403'736 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 81 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.2.2.10. Encofrado recto con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto del alzado de los estribos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 29 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 276'244 m², resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes encofrado recto madera} &= 29 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 276'244 \text{ m}^2 = 8.011'08 \text{ €} \\ \text{Tiempo encofrado recto madera} &= \frac{276'244 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 92 \text{ h} \end{aligned}$$



2.3.2.2.11. Encofrado curvo con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de los alzados de los estribos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 19'708 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 19'708 \text{ m}^2 = 670'07 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{19'708 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 7 \text{ h}$$

2.3.2.2.12. Encofrado perdido.

Esta unidad corresponde a las losas de transición.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 19 €/m² y su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 19'08 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 19 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 19'08 \text{ m}^2 = 362'52 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{19'08 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 4 \text{ h}$$

2.3.2.2.13. Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.

El coste unitario de esta unidad es de 4'00 €/m². Por lo que para una medición de 247'577 m². Resulta un coste total de:

$$\text{Coste impermeabilización brea – epoxi} = 4'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 247'577 \text{ m}^2 = 990'31 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado

2.3.2.2.14. Plazo de ejecución de los estribos.

Como los estribos son de dimensiones parecidas, se dividen los plazos de ejecución anteriormente calculado entre dos para atribuirlo a cada uno, así mismo, se asume que la ejecución de ambos se realiza al mismo tiempo de forma paralela.

La ejecución de los estribos comenzará por la excavación, a la cual se le atribuyen dos días como total, **1 día** para cada estribo.

Posterior a ello se comenzará con la extensión del hormigón de limpieza, se le atribuye un tiempo de medio día en total para ambos estribos, voy a considerar que se extiende y se deja fraguar en **un día** para al siguiente avanzar. (2 días acumulados)

Lo siguiente será el ferrallado de la zapata, pero como no he dividido la medición de ferralla entre zapata y alzados, voy a repartirla proporcionalmente al volumen de hormigón de cada parte, resultando aproximadamente un 40% para las zapatas y un 60% para los alzados (las zapatas tienen 192 m³ y los alzados tienen 265 m³, es muy poca



diferencia). Por tanto, a la zapata de cada estribo le será atribuible una 20% (10 días) del tiempo de ejecución total (53 días), pero trabajaran los equipos necesarios para que este tajo se realice en un tiempo razonable (2 equipos y **5 días**). (7 días acumulados)

Continuaremos con el encofrado de la zapata (encofrado recto, se le puede atribuir unos 48 m² de este encofrado a cada zapata), se le atribuye, para un equipo con un rendimiento de 5 m²/hora, un tiempo de 10 horas, **un día**. (8 días acumulados)

La siguiente fase es el hormigonado de la zapata y su fraguado, el tiempo imputado a ambas ello es **2 días**. (10 días acumulados). Para continuar al desencofrado.

Realizado el desencofrado de la zapata, se colocará la ferralla del alzado del estribo, en lo cual, al igual que con la ferralla de la zapata (15 días, cada estribo), utilizando 5 operarios para este trabajo, el plazo se reduce a **5 días**. (15 días acumulados)

Al encofrado de cada alzado se le atribuye aproximadamente, 150 m² (día y medio) de encofrado recto y 150+10=160 m² (8 días) de encofrado de madera machihembrada. Debido al bajo rendimiento en la colocación de encofrados de madera machihembrada va a ser necesaria la utilización de 3 equipos de encofrado, con los que conseguiremos realizar el encofrado de los alzados de cada estribo en **3 días**. (18 días acumulados)

El hormigonado de los alzados tiene un tiempo total de poco más de medio día para ambos estribos, por lo que asumo que se hormigona pronto por la mañana, contando este mismo día en el fraguado del hormigón, **2 días**. (20 días acumulados). Realizando un desencofrado sin imputación de plazo.

Llegado a este punto habrá que haber ejecutado el terraplén de acceso al estribo para realizar la losa de transición.

La losa de transición es un elemento de tan pequeño tamaño que se supone que se extiende el hormigón de limpieza y se deja endurecer ese mismo día. (21 días acumulados)

La próxima mañana se ferralla y se encofra, por la tarde se hormigona; todo ello en **1 día**. (22 días acumulados)

Para finalizar se dejan fraguar las losas de aproximación, **2 días**. (24 días acumulados) Mientras que se ejecutan las losas de aproximación, también se ejecutan las mesetas de apoyo de los neoprenos (tiempo de ejecución similar a las losas de aproximación).

Desencofrados los alzados, y al mismo tiempo que la ejecución de las mesetas de apoyo, es necesario realizar el relleno de la zona exterior de los estribos (con un tiempo total para ambos estribos de 1'5 días); a cada estribo, con un único equipo se le atribuye **un día**. (25 días acumulados)

Por lo descrito anteriormente asumo que la ejecución de los estribos, ambos de forma paralela, durará **25 días** de trabajo, 5 semanas.

2.3.2.3. Pilas.

El procedimiento de ejecución de las pilas de esta estructura es análogo al descrito para la pila de la estructura, para calcular los tiempos de ejecución de cada una y así elaborar el plan de trabajo asumiré (al igual que he asumido en los estribos) que ambas son de similares dimensiones. Pero, a diferencia de en la ejecución de los estribos, las pilas no podrán ejecutarse acompasadas, ya que utilizándose una única pilotera en la obra, esta máquina no podrá ejecutar los pilotes de una pila hasta que no finalice los de la anterior. Como ambas pilas tienen 4 pilotes, y el rendimiento de una pilotera es de un pilote al día, calcularé el tiempo de ejecución de una pila y le sumaré 4 días para calcular el tiempo de ejecución de ambas pilas.

Con lo que se acaba de explicar y las consideraciones tenidas en cuenta en el apartado 2.3.1.3. del presente documento, continúa la descripción de las pilas.

A diferencia de la pila de la estructura 1, en esta la altura del encepado es de 1'6 metros, el resto es todo similar.

En este capítulo aparecen dos nuevas unidades correspondientes al traslado entre tajos de la pilotera y del equipo de lodos bentoníticos.

2.3.2.3.1. Excavación en zanja y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 710'099 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 710'099 \text{ m}^3 = 1.327'89 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{710'099 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 18 \text{ h}$$

2.3.2.3.2. Relleno localizado.

Siguiendo las indicaciones del apartado 2.3.1.2.2. de este mismo documento. Esta unidad tiene un coste unitario de 2'00 €/m³ y un rendimiento de 675 m³/día.

Para un volumen de 599'169 m³, tenemos:

$$\text{Coste relleno localizado} = 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 599'169 \text{ m}^3 = 1.198'34 \text{ €}$$

La ejecución de este relleno no imputa tiempo de ejecución porque se realizará mientras se avanza con trabajos de mayor importancia.

2.3.2.3.3. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Como ya se indicó al principio del capítulo, el acero pasivo tiene un coste unitario de 0'8 €/kg y cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora. Con una cantidad de 30.096'016 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 30.096'016 \text{ kg} = 24.076'81 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{30.096'016 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 376'2 \text{ h}$$

2.3.2.3.4. Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al encepado de las pilas

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 83'38 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 103'968 m³, resultan:

$$\text{Costes HA - 25, bombeado} = 83'38 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 103'968 \text{ m}^3 = 8.668'85 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA - 25, bombeado} = \frac{103'968 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 2'6 \text{ h}$$

2.3.2.3.5. Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a los alzados de las pilas.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 91'09 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 63'833 m³, resultan:

$$\text{Costes HA - 35, bombeado} = 91'09 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 63'833 \text{ m}^3 = 4.814'55 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado} = \frac{63'833 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 2 \text{ h}$$

2.3.2.3.6. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 6'962 m³, resultan:

$$\text{Costes HM - 15, vertido} = 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 6'962 \text{ m}^3 = 451'49 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HM - 15, vertido} = \frac{6'962 \text{ m}^3}{9'6 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 50 \text{ h}$$



2.3.2.3.7. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde al encofrado oculto del encepado.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 72'96 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto} = 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 72'96 \text{ m}^2 = 1.751'04 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto} = \frac{72'96 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 15 \text{ h}$$

2.3.2.3.8. Encofrado visto para alzados de pilar con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de los alzados de las pilas. Para la ejecución del capitel será necesaria la ayuda de una grúa que eleve las piezas especiales de encofrado a la altura requerida.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m² (similar al del encofrado curvo con madera machihembrada), su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 148'94 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 148'94 \text{ m}^2 = 5.063'96 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{148'94 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 50 \text{ h}$$

2.3.2.3.9. Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable.

El coste directo de esta unidad se detalló en el apartado 2.3.1.3.9. del presente documento, siendo el mismo de 327'79 €/m. Para una longitud de 160 metros de pilote, el coste resultante será:

$$\text{Costes pilote} = 327'79 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 160 \text{ m} = 52.446'40 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será de 8 días, ejecutándose un pilote por día.

2.3.2.3.10. Auscultación de pilote mediante método ultrasónico.

El coste de cada auscultación se valora en 300 €. Por lo que, para 4 auscultaciones, tenemos un coste total de la unidad de 2.400 €.

2.3.2.3.11. Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares.

Esta unidad corresponde al traslado de la pilotadora dentro de la propia obra para ubicarla en sus diferentes zonas de trabajo.

El coste unitario de esta unidad es se estima en 3.000'00 €, existiendo dos traslados, el coste total será de 6.000'00 €.

2.3.2.3.12. Traslado entre tajos de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares.

Esta unidad corresponde al traslado del equipo de los bentoníticos dentro de la propia obra para ubicarla en sus diferentes zonas de trabajo.

El coste unitario de esta unidad es se estima en 1.000'00 €, existiendo dos traslados, el coste total será de 2.000'00 €.

2.3.2.3.13. Plazo de ejecución de las pilas.

Como ya se indicó al principio, se asume que el plazo de ejecución de ambas pilas es similar pero los trabajos van desfasados 4 días, correspondientes que la ejecución de los pilotes se realizará con este desfase por sólo disponer de una máquina pilotera.

La ejecución de la pila comenzará por la excavación de los cimientos, lo cual tendrá una duración de medio día, ya que será necesario adecuar la zona de trabajo para la entrada de máquinas, consideraré que se consumirá el día completo. (1 días acumulados)

Una vez realizada la excavación se ejecutarán los pilotes a un ritmo de un pilote al día, tardándose en total **4 días**. Tras la ejecución del último será necesario esperar **5 días** a que este frague para continuar con los otros trabajos. (10 días acumulados).

El siguiente día se utilizará para realizar la comprobación sobre la integridad estructural de los pilotes y descabezarlos. (11 días acumulados).

La siguiente fase es la extensión del hormigón de limpieza, es tan poco volumen que no llega ni a media hora, pero como hay que dejarlo que endurezca, el séptimo día consistirá en dicho endurecimiento. (12 días acumulados).

Para la colocación de la ferralla del encepado (voy a repartir la ferralla total proporcionalmente al encepado y a la pila, resultando dos tercios para el encepado y uno para la pila), se necesitarían aproximadamente 130 horas (13 días) para un único equipo, pero como eso es mucho plazo, utilizaremos 3 equipos, con lo cual se reducirá el plazo a **5 días**. (17 días acumulados).

El siguiente día se encofrará la encepado y se hormigonará, estas operaciones corresponderían al **decimoctavo día**, (18 días acumulados). Dejando fraguar **dos días**. (20 días acumulados). Realizando el desencofrado el día 20 a última hora.

El vigésimo primer día comenzaremos la ejecución del alzado de la pila, esta comienza por la colocación de la ferralla, la cual llevaría en torno a 65 horas (6 días y medio) si únicamente la realizara un operario, pero para reducirlo, utilizaremos 2 operarios, reduciendo el tiempo a 32 horas (**3 días**), debido a la forma de la pila, es conveniente que no existan muchos operarios trabajando en el mismo lugar, para que se realice un buen trabajo. (23 días acumulados).

Para el encofrado del alzado de la pila, con un único equipo, necesitaríamos 37 horas, pero utilizaremos dos equipos para reducir este tiempo a **2 días**, al igual que con el ferrallado es importante que no existan muchos equipos y que se puedan estorbar entre los mismos. (25 días acumulados).

El hormigonado del alzado se realiza en a penas una hora el **vigésimo sexto día** por la mañana. Dejando el resto del día y los dos días siguientes para que frague, realizando el desencofrado el vigésimo segundo día por la tarde. (27 días acumulados).

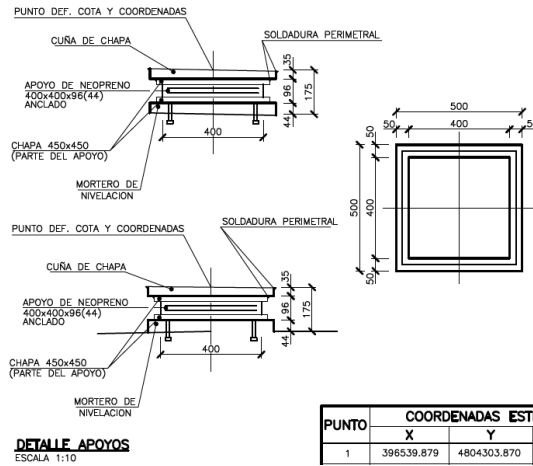
Para finalizar se ejecutarán las mesetas de apoyo de los neoprenos, cuyas fases son encofrado, hormigonado y fraguado (**2 días** en total). (29 días acumulados). En paralelo a la ejecución de las mesetas, se puede realizar el relleno localizado (4'5 horas), el cual no afecta al camino crítico.

Por lo que se acaba de describir, la ejecución de una pila durará **29 días** (6 semanas), y como la ejecución de la siguiente comienza 4 días más tarde, asumo que la ejecución de ambas pilas durará, siendo pesimista, **33 días** (7 semanas).

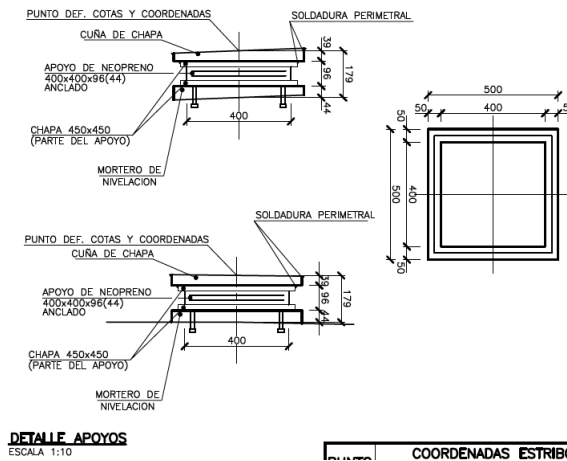
2.3.2.4. Tablero.

La ejecución del tablero comenzará con la colocación de los apoyos de neopreno. Se ejecutan 8 apoyos en total, 2 en cada estribo y 2 en cada pila. Los aparatos de apoyo se utilizan tanto para el apoyo del tablero en los estribos y las pilas como para la correcta transmisión de las cargas.

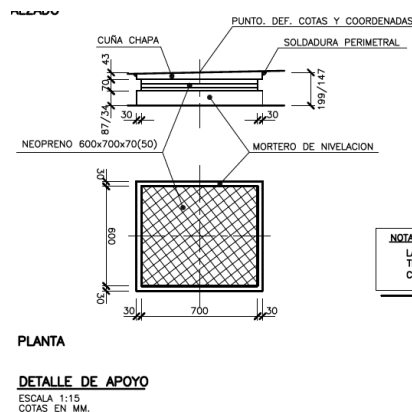
No todos los apoyos van a ser iguales, los apoyos de los estribos se tratan de unos apoyos de neopreno zunchado (disponen de placas de acero en su interior) cuadrados de 400 mm de lado, colocados entre chapas cuadradas de acero de 450 mm de lado, el espesor total del apoyo (incluidas las placas) es de 96 mm, correspondiendo 44 milímetros al neopreno; la chapa inferior del apoyo irá anclada al estribo para evitar de esta forma los posibles levantamientos del tablero. La cuña de chapa existente sobre el apoyo tendrá una forma cuadrada de 500 mm de lado, y entre la cuña y la chapa superior del apoyo se realizará una soldadura perimetral para que trabajen conjuntamente en la transmisión de cargas. A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos del estribo 1:



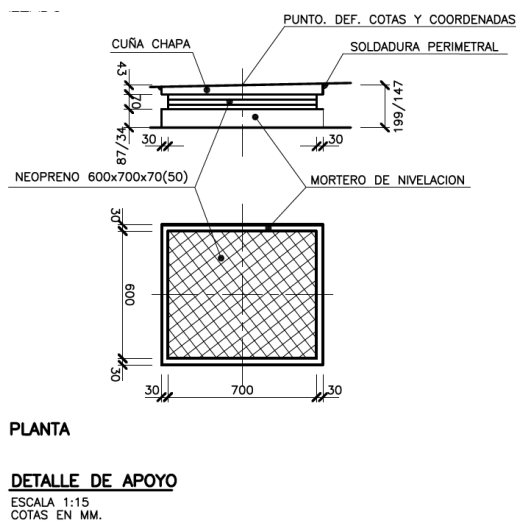
A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos del estribo 2:



Los apoyos de las pilas son apoyos de neopreno con forma rectangular en planta (600x700 mm²), colocados entre chapas de las mismas dimensiones, siendo el espesor del conjunto de 70 mm, correspondiendo 50 al neopreno. En el caso de las pilas las chapas inferiores no irán ancladas a la pila y las superiores no serán soldadas a la cuña de chapa correspondiente al tablero. A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos de la pila 1:

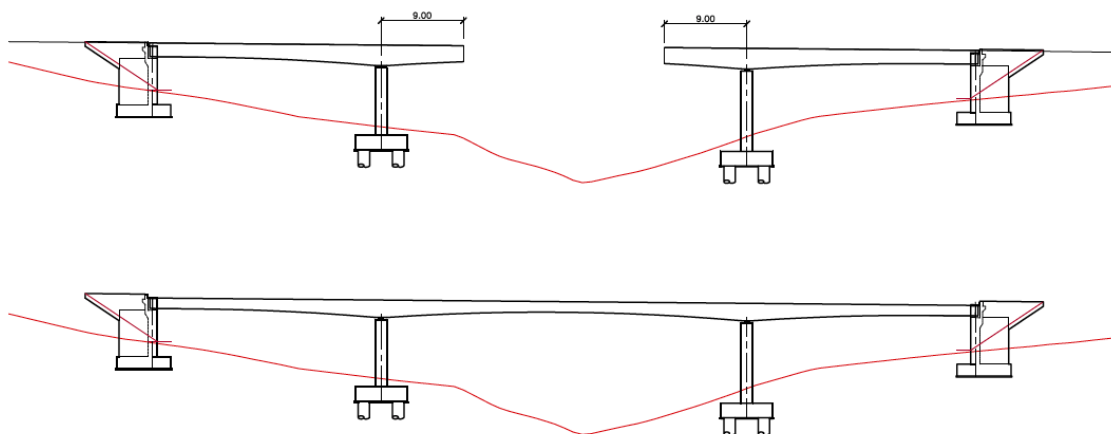


A continuación, se muestra una imagen extraída de los planos con los apoyos de la pila 2:



Para la elevación y colocación de los diferentes apoyos se empleará un camión grúa.

La siguiente operación será la colocación de la parte metálica del cajón en dos fases:



La primera fase de elevación de la estructura metálica se realizará en dos pasos, una para cada parte de la estructura metálica, ya que solo disponemos de una grúa para elevar estas partes.

La primera fase será la elevación de un primer “tramo” del tablero, correspondientes al primer vano (25 metros) a los 7’5 siguientes del segundo vano, quedando el resto del segundo vano para ser elevado en la siguiente fase.

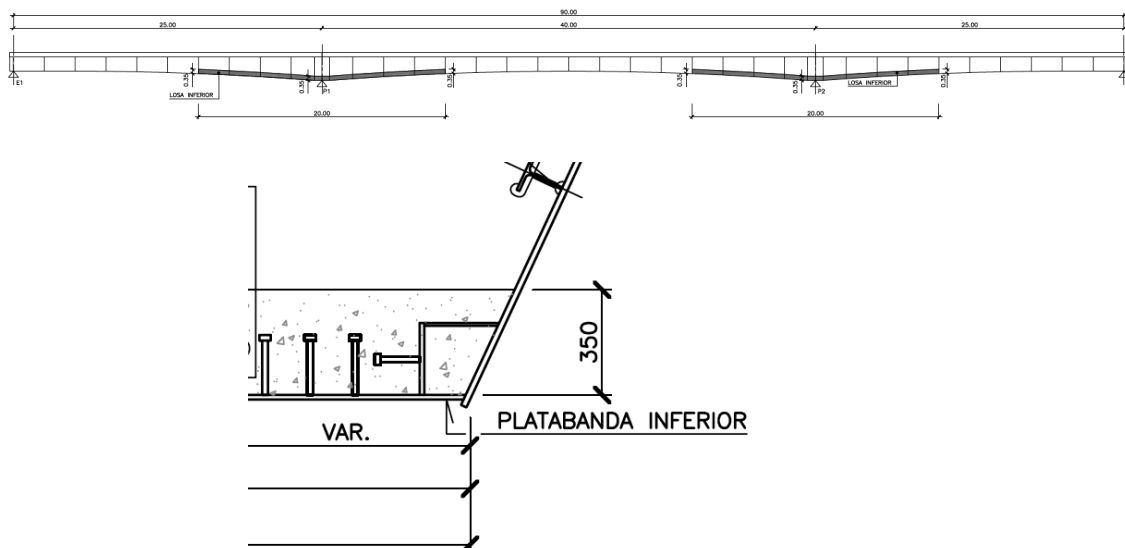
La primera fase consiste en la elevación de los vanos laterales y los voladizos contiguos del vano intermedio, la segunda fase será la elevación del resto de la estructura metálica, el vano intermedio.

Se tienen en cuenta todas las consideraciones establecidas en el apartado 2.3.1.4. del presente documento en cuanto al montaje, transporte y puesta en obra de las diferentes partes de la estructura metálica.

Para la elevación y posicionamiento de la parte metálica, al igual que en la estructura 1, se utilizará un equipo de elevación formado por una pareja de grúas tipo Liebherr LTM 1110-4.2.

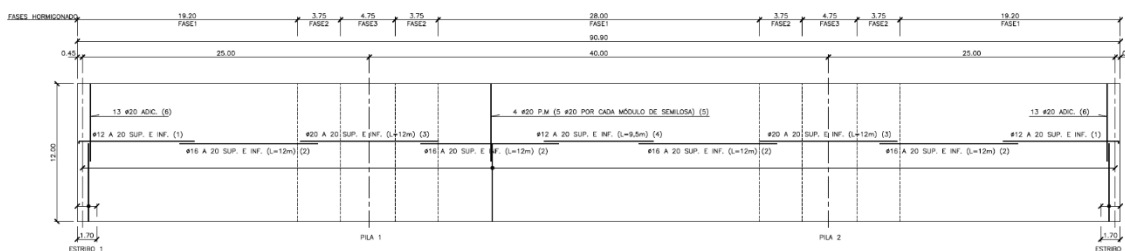
Una vez que se eleve el último tramo de estructura metálica, se unirá a las otras partes mediante soldadura.

Se continuará con el hormigonado de las losas inferiores en las zonas de las pilas, se ejecutará al tiempo para trabajar de forma simétrica en la estructura.



Las siguientes fases de ejecución del tablero corresponden a la losa de hormigón armado de la parte superior de la sección, de canto variable entre 30 y 35 centímetros (incluyendo la semilosa). Para ello se comienza colocando las semilosas de hormigón armado a modo de encofrado de la posterior losa.

Para la extensión del hormigón de la losa superior se deben de tener en cuenta las mismas observaciones que para la losa superior de la estructura 1. En esta estructura, por tener 3 vanos en vez de 2 como la anterior estructura, varían las fases de hormigonado en sentido longitudinal, las cuales se muestran a continuación:



Por tanto, y como indican los planos, la ejecución de la losa superior se realizará en diferentes fases, la primera será colocar las semilosas para a continuación y siguiendo las indicaciones completar la losa, guardando los tiempos de fraguado entre estas fases para que el hormigón vaya adquiriendo resistencia y sea colaborante junto con el acero.

Una vez ejecutada la losa superior solo quedará realizar los acabados, extender el firme y realizar la prueba de carga.

2.3.2.4.1. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Esta unidad corresponde al acero utilizado en la losa superior del puente, su coste y el rendimiento de su ejecución se indicó en el apartado 2.3.1.2.5. del presente documento. Con una cantidad de 48.340'656 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 48.340'656 \text{ kg} = 38.672'52 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{48.340'656 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 604'3 \text{ h}$$

2.3.2.4.2. Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central y puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde al hormigón del tablero, tanto de la losa superior como inferior. Con un volumen total de 343'435 m³, y diferenciando entre losa superior e inferior en cuanto a lo que luego plazos nos referiremos, las losas inferiores tienen unas dimensiones aproximadas de 20 metros de largo (40 sumando ambas), un ancho medio de 4'5 metros y un espesor de 0'35 metros; resultando un volumen de 63 m³ de hormigón en la losa inferior. Y un volumen de 280'435 m³ para la losa superior. Repartiendo ahora el volumen de la losa superior entre los 90'9 metros totales de tablero (contando más allá de los apoyos de los estribos), resulta un volumen de losa superior por metro longitudinal de tablero de 3'10 m³. Esta unidad tiene un coste unitario de 91'09 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con todo lo anterior, resultan:

$$\text{Costes HA - 35, bombeado} = 91'09 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 343'435 \text{ m}^3 = 31.283'49 \text{ €}$$

Tiempos de ejecución:

- Losa inferior, 63 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior} = \frac{63 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1'6 \text{ h}$$

- Losa superior, fase 1 (19'2+28+19'2=66'4 m): 66'4 m * 3'1 m³/m = 205'84 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior, fase 1} = \frac{205'84 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 5'1 \text{ h}$$

- Losa superior, fase 2 (3'75+3'75+3'75+3'75=15 m): 15 m * 3'1 m³/m = 46'5 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior, fase 2} = \frac{46'5 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1'2 \text{ h}$$

- Losa superior, fase 3 (4'75+4'75=9'5 m): 9'5 m * 3'1 m³/m = 29'45 m³:

$$\text{Tiempo HA - 35, bombeado, losa inferior, fase 3} = \frac{29'45 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 0'8 \text{ h}$$

Todos los tiempos de hormigonado son bajos, por lo que, en cuanto a los plazos, se considerará que la misma jornada en la cual se hormigone contará en los dos días de fraguado.

2.3.2.4.3. Acero S-275-J2-G3 en estructura de acero.

Esta unidad corresponde al acero de los perfiles estructurales utilizados en el tablero del puente. El coste unitario de esta unidad es de 2'10 €/kg, para una cantidad de 1.941'392 kg, resulta:

$$\text{Costes acero S} - 275 = 2'10 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 1.941'392 \text{ kg} = 4.076'92 \text{ €}$$

Esta unidad tendrá asociado el tiempo de elevación y colocación del tablero, ya que su ejecución se realizará en taller.

2.3.2.4.4. Acero S-355-J2-G1-W en estructura de acero.

Esta unidad corresponde al acero de las chapas estructurales del tablero del puente. El coste unitario de esta unidad es de 2'15 €/kg, para una cantidad de 154.919'018 kg, resulta:

$$\text{Costes acero S} - 355 = 2'15 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 154.919'018 \text{ kg} = 333.075'89 \text{ €}$$

Esta unidad tendrá asociado el tiempo de elevación y colocación del tablero, ya que su ejecución se realizará en taller.

2.3.2.4.5. Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta.

Esta unidad corresponde a las prelosas que se colocan colaborantes con la losa superior de hormigón armado, que además de tener un carácter estructural funcionarán como encofrado de la misma. El coste unitario de esta unidad es de 100 €/m², con una superficie de 1.088'4 m², resulta un coste de:

$$\text{Costes semilosa} = 100 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1.088'4 \text{ m}^2 = 108.840'00 \text{ €}$$

La colocación de las prelosas gastará una jornada completa de trabajo.

2.3.2.4.6. Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso.

Esta unidad corresponde a la impermeabilización de la losa de hormigón mediante mortero bituminoso, se debe tener en cuenta las mismas consideraciones descritas en el apartado 2.3.1.4.6.

El coste unitario de esta unidad es de 10 €/m², con una superficie de 1.088'4 m², resulta un coste de:

$$\text{Costes mortero butuminoso} = 10 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 1.088'4 \text{ m}^2 = 10.884'00 \text{ €}$$

2.3.2.4.7. Apoyo de neopreno zunchado.

Esta unidad corresponde a los apoyos de neopreno utilizados en los estribos y en la pila. Su coste unitario se estima en 30 €/dm³, con un volumen de 179'04 dm³, resulta un coste de:

$$\text{Costes neopreno} = 30 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 179'04 \text{ dm}^3 = 5.371'20 \text{ €}$$

2.3.2.4.8. Plazo de ejecución del tablero.

La ejecución del tablero comienza por la colocación de los apoyos, seguido de la elevación y colocación de ambas partes metálicas del tablero y la ejecución de la soldadura entre ambas. Debido a la complicada operación necesaria para la elevación y colocación de las partes metálicas del tablero, considero que la duración de todas las operaciones anteriores será de **5 días**

Se continúa con el hormigonado de la losa inferior, para lo cual se utilizarán **3 días** contando el hormigonado y el tiempo de fraguado. (8 días acumulados)

La siguiente actuación será la colocación de las prelosas, lo cual llevará **5 días**. (13 días acumulados)

A continuación, seguiremos con la ejecución de la losa superior, la cual se ejecuta en tres fases, y cada fase a su vez se puede dividir en dos operaciones:

1º.- Ferralla y encofrado: 2 días.

2º.- Hormigonado y fraguado: 2 días.

Por tanto, la ejecución de la losa superior conlleva **12 días** (3 fases de 4 días cada una). (25 días acumulados)

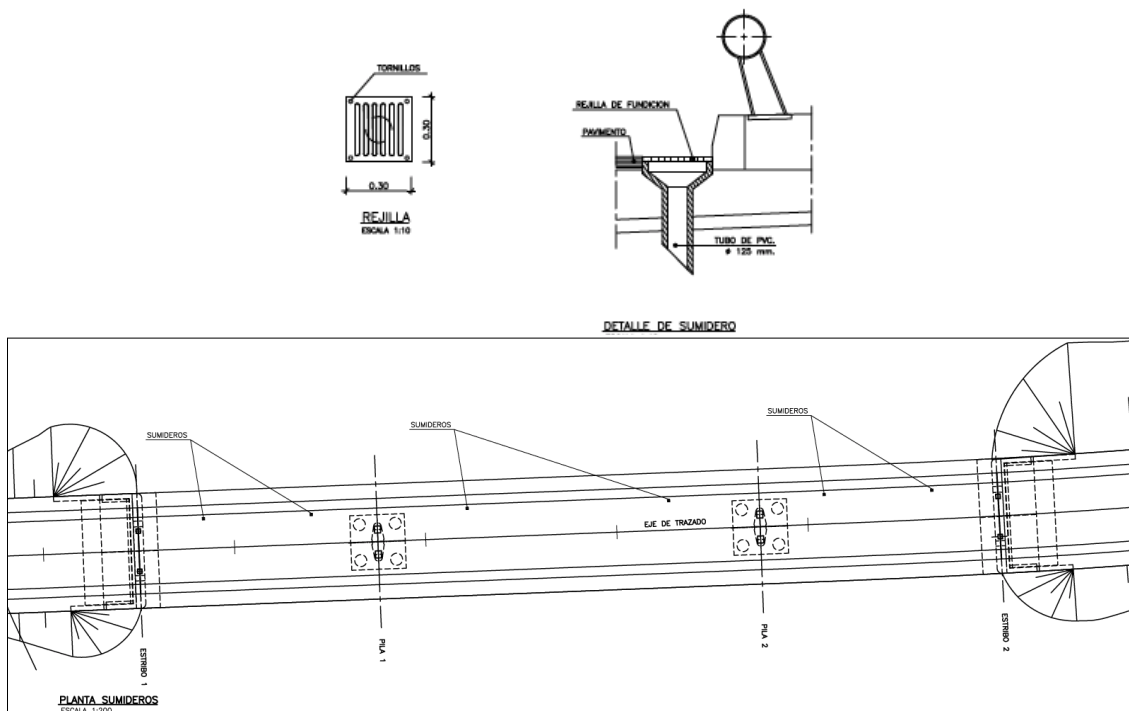
Por lo que se ha descrito, y siendo pesimista, la ejecución del tablero durará 25 días (5 semanas).

2.3.2.5. Acabados.

Una vez ejecutada la losa superior solo quedará realizar los acabados, extender el firme y realizar la prueba de carga. Las unidades de obra incluidas en este subcapítulo no llevan asociados tiempos de ejecución, Ya que a los acabados se ejecutarán entre la finalización del tablero y los 28 días naturales (20 días de trabajo) hasta que se realiza la prueba de carga.

2.3.2.5.1. Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm.

Esta unidad corresponde a los sumideros colocados en el tablero y cuya misión es recoger el agua procedente de la plataforma y realizar su vertido directo al cauce.



El coste unitario de esta unidad se estima en 40 €/unidad. Para 6 unidades, resulta:

$$\text{Costes junta neopreno} = 40 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 6 \text{ ud} = 240'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.2. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.

Esta unidad quedará definida en el apartado 2.5.2., correspondiente a isletas y aceras en el capítulo de firmes.

Esta unidad tiene un coste unitario de 18 €/m. Para una medición de 211'4 m, tenemos un coste total del:

$$\text{Costes bordillo C5 – R5} = 18 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 211'4 \text{ m} = 3.805'20 \text{ €}$$

2.3.2.5.3. Acera baldosada de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor de estructura.

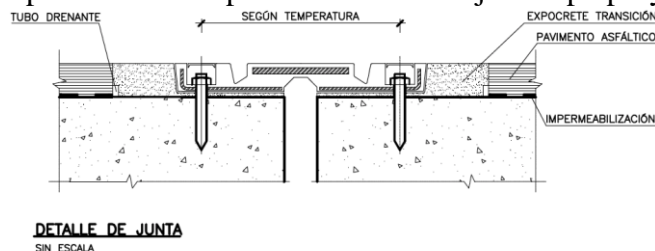
Esta unidad es similar a las definidas en el apartado 2.5.2., correspondiente a isletas y aceras en el capítulo de firmes.

Su coste unitario es de 35 €/m², con una medición de 211'4 m², resulta un coste total de:

$$\text{Costes acera baldosa} = 35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 211'4 \text{ m}^2 = 7.399'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.4. Junta de neopreno armado con 100 mm de movimiento máximo permitido.

Una unidad similar fue descrita en el apartado 2.3.1.5.4. del presente documento, en esta varían las exigencias en cuanto al movimiento permitido por la junta. A continuación, muestro la imagen aparecida en los planos acerca de la junta tipo proyectada:



ESPECIFICACION DE MOVIMIENTOS EN JUNTA

MOVIMIENTOS A LARGO PLAZO = 20 mm.
MOVIMIENTOS A CORTO PLAZO = ±35 MM.

NOTA: LOS VALORES DE LOS DESPLAZAMIENTOS
EN LA JUNTA DE DILATACION INCLUYEN
EL COEFICIENTE DE MAYORACION:
 $\gamma = 1.5$

El coste unitario de esta unidad se estima en 400 €/m, para una longitud de 24 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes junta neopreno} = 400 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 24 \text{ m} = 9.600'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.5. Prueba de carga estática para la estructura de carreta E-2 en el P.K. 1+175.

Esta unidad corresponde al último trabajo que se realizará en la estructura antes de poder ser abierta al uso. Para la realización de la misma se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

El coste de esta unidad se cifra en torno a los 3.000 €.

2.3.2.5.6. Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.6. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se estima en 80 €/m, para una longitud de 211'4 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes imposta} = 80 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 211'4 \text{ m} = 16.912'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.7. Pretel metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.7. del presente documento.



El coste unitario de esta unidad se estima en 190 €/m, para una longitud de 211'4 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes pretil} = 190 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 211'4 \text{ m} = 40.166'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.8. Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

El coste unitario de esta unidad se estima en 270 €/ud., para una cantidad de 4 unidades, resulta un coste de:

$$\text{Costes remate pretil} = 270 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 4 \text{ ud} = 1.080'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.9. Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente.

El coste unitario de esta unidad se estima en 110 €/m, para una longitud de 211'4 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes barrera semi - rígida} = 110 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 211'4 \text{ m} = 23.254'00 \text{ €}$$

2.3.2.5.10. Plazo de ejecución de los acabados.

El plazo de ejecución de los remates, como ya se indicó, será de 20 días, en cuyo momento se realizará la prueba de carga.

2.3.2.6. Plazo de ejecución de la estructura.

Se repiten los plazos indicados de los diferentes elementos estructurales:

- Estribos: 25 días.
- Pilas: 33 días.
- Tablero: 25 días.
- Acabados: 20 días.

El procedimiento de ejecución global de la estructura será comenzar por las pilas y los estribos, teniendo los estribos un posible retraso de 5 días; continuar con el tablero y finalizar con los acabados. Con un tiempo total de $33+25+20 = 78$ días, 16 semanas (4 meses).

2.3.3. SUBCAPÍTULO 3.3: BÓVEDAS EN ROTONDA (P.K. 1+620).

En este apartado se describirá la ejecución de las bóvedas situadas en el final de la traza, las cuales darán forma a la glorieta final ubicada en la vía “CA-131”. Existirán dos bóvedas, una de nueva planta (situada en la parte sur de la glorieta) y otra en la parte norte, siendo esta última una ampliación de la estructura existente en la actualidad en dicho lugar.

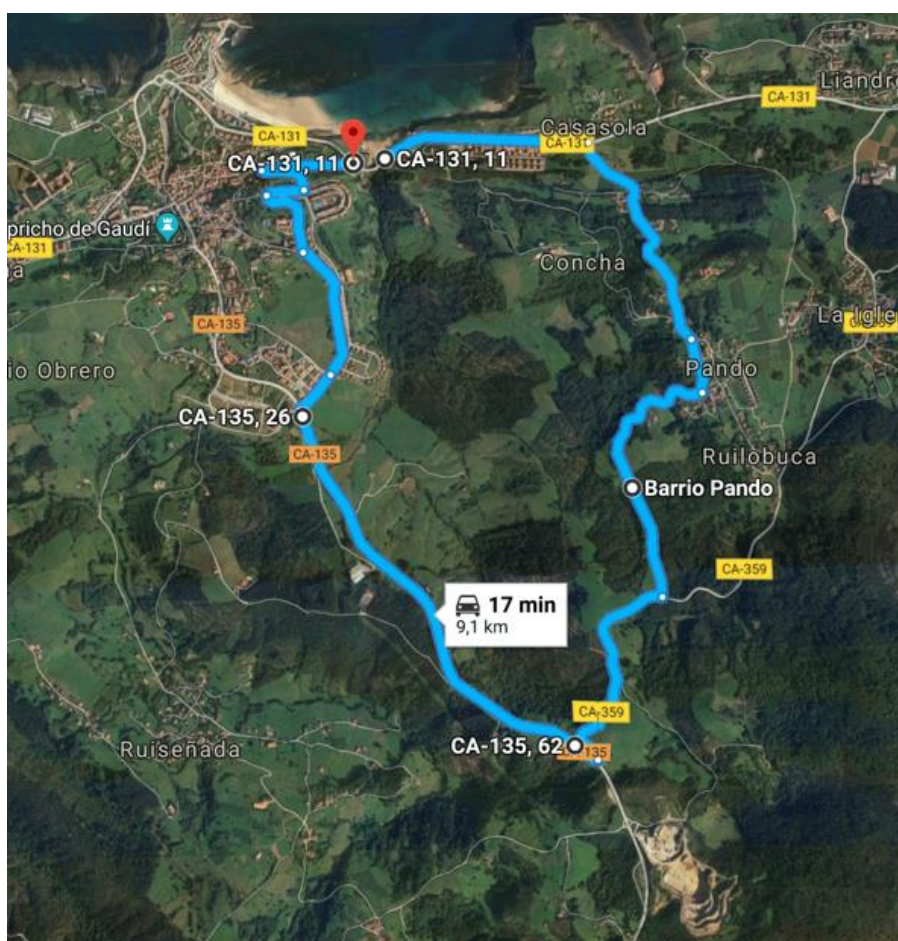
La ejecución de estas estructuras (la ampliación de la norte en concreto) será la única actuación que se ejecute sobre algún elemento en uso por el tráfico actual, por lo que se

incluye un apartado relativo a la afección al tráfico durante la ejecución de estas estructuras. En el proyecto no se contempla ninguna solución para esta interferencia, por tanto, será definida a continuación.

2.3.3.1. Afección al tráfico durante la ejecución.

Dado que la ampliación de la bóveda norte interfiere con el tráfico de la CA-131, que el proyecto no indica solución a este problema, y que indica que los cortes totales de tráfico por un tiempo mayor de 15 minutos necesitarán la autorización pertinente de la administración, es necesario plantear una alternativa para el tráfico en la zona de el Portillo durante la ejecución de la glorieta.

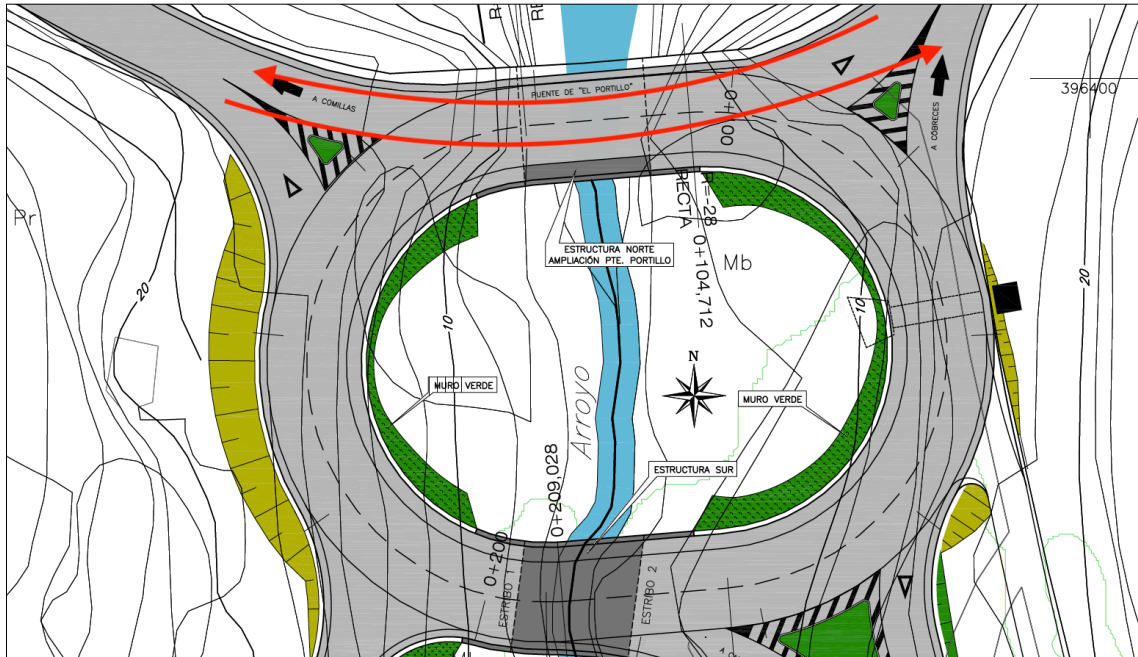
Un corte total de tráfico supondría un desvío de casi 20 minutos durante la ejecución de la glorieta, lo cual es inviable.



Por tanto, se ha planeado el siguiente esquema de actuación durante la ejecución de la glorieta para minimizar la afección al tráfico en dicha zona. Así mismo, cabe destacar que sería interesante emplazar la ejecución de la misma fuera del calendario estival, fechas en las cuales el tráfico en el municipio aumenta de manera significativa. El plan de ejecución es realizar primero la bóveda sur manteniendo el tráfico normal por la estructura norte. Una vez realizada la estructura sur, esta será abierta al tráfico de forma provisional con un carril para cada sentido (en vez de los dos carriles en el mismo sentido que tendrá al final de la obra), mientras se ejecutará la ampliación de la bóveda norte. Cuando se finalice la ejecución de la estructura norte, la glorieta se abrirá a su uso corriente.

A continuación, se muestran las diferentes fases que se acaban de explicar.

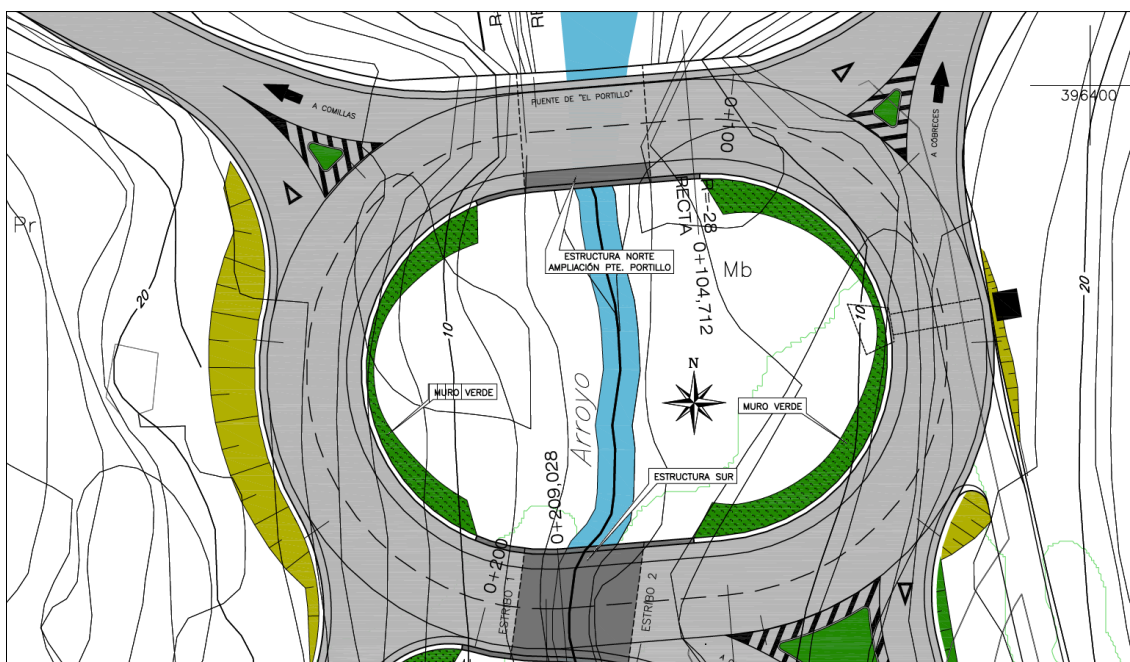
- Fase 1, situación actual que se mantiene durante la ejecución de la estructura Sur.



- Fase 2, ejecución de la estructura Norte.



- Fase 3, situación final.

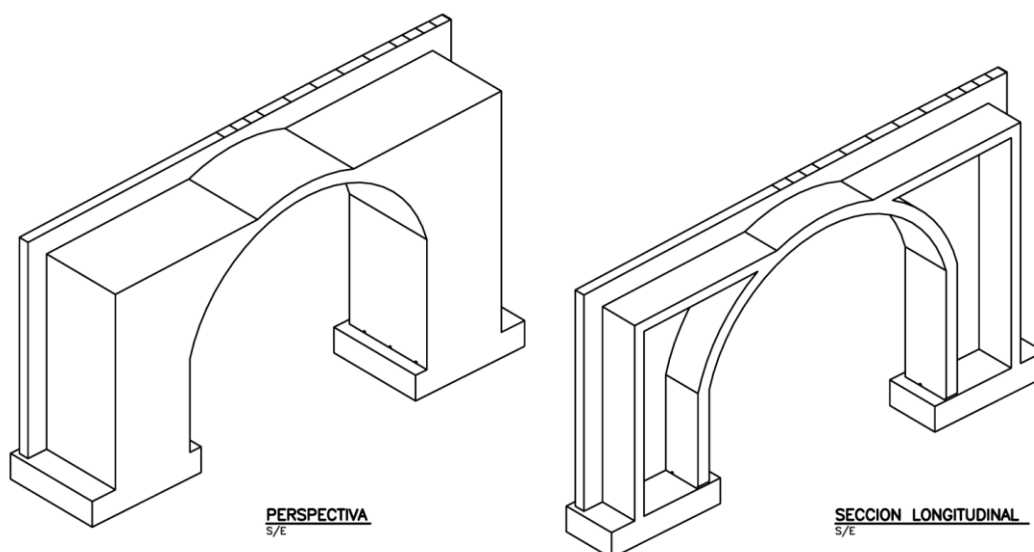


Con lo explicado anteriormente surge la condición de que la estructura Norte no podrá comenzarse a ejecutar hasta que haya sido finalizada la estructura Sur.

2.3.3.2. SUBCAPÍTULO 3.3.1: ESTRUCTURA NORTE.

Se trata de una ampliación del actual puente existente en el portillo mediante la ejecución de una bóveda contigua al mismo. por lo que lo primero que hay que hacer es demoler el voladizo del actual puente para a continuación ejecutar la ampliación, al final del proceso se ejecutan unos anclajes entre la estructura existente y la nueva.

A continuación, se muestra una imagen de la perspectiva de la estructura y de un corte longitudinal de la misma, ambas aparecen en los planos:



2.3.3.2.1. Proceso constructivo.

El procedimiento de ejecución será el siguiente:

- 1) Demolición del voladizo existente.
- 2) Excavación de las cimentaciones.
- 3) Hormigón de limpieza.
- 4) Ferralla de las zapatas.
- 5) Encofrado de las zapatas.
- 6) Hormigonado de las zapatas.
- 7) Fraguado de las zapatas.
- 8) Desencofrado de las zapatas.
- 9) Ferrallado de hastiales, bóveda y muretes.
- 10) Encofrado de hastiales, bóveda y muretes.
- 11) Hormigonado de hastiales, bóveda y muretes.
- 12) Fraguado de hastiales, bóveda y muretes.
- 13) Desencofrado de hastiales, bóveda y muretes.
- 14) Anclaje entre estructuras.
- 15) Relleno interior de material drenante.
- 16) Encofrado inferior losa.
- 17) Ferralla losa.
- 18) Hormigonado losa.
- 19) Fraguado losa.
- 20) Acabados y relleno.

Estas fases servirán de guía para que en el apartado relacionado con los plazos de ejecución de esta estructura podamos identificar las diferentes unidades correspondientes a cada fase y así calcular el tiempo de ejecución de cada una.

Previo a la ejecución de la estructura, se realizarán sondeos para verificar la continuidad del estrato rocoso en la zona de las cimentaciones, el proyecto lo trata como una partida alzada.

La antigua existente se utilizará como superficie de encofrado.

2.3.3.2.2. Excavación en zanjas y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 231 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 231 \text{ m}^3 = 431'97 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{231 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 6 \text{ h}$$

2.3.3.2.3. Relleno localizado.

Siguiendo las indicaciones del apartado 2.3.1.2.2. de este mismo documento. Esta unidad tiene un coste unitario de 2'00 €/m³ y un rendimiento de 100 m³/día por tratarse de una zona complicada para realizar el mismo, ya que se trata de la zona contigua a las cimentaciones de la bóveda.

Para un volumen de 154'615 m³, tenemos:

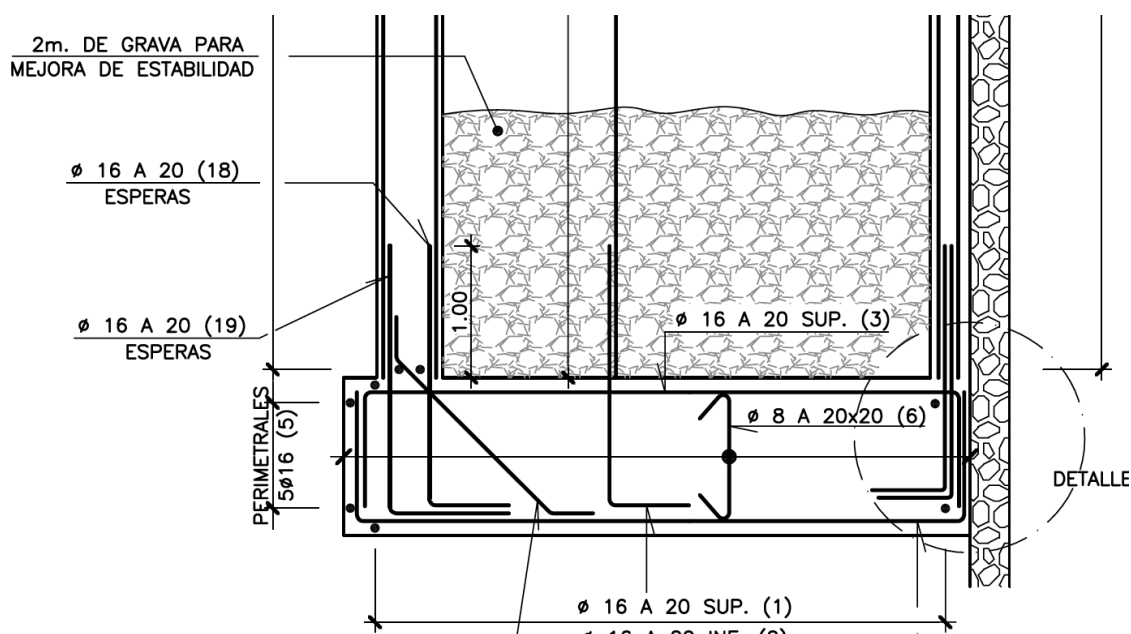
$$\text{Coste relleno localizado} = 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 154'615 \text{ m}^3 = 309'23 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo relleno localizado} = \frac{154'615 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10h}{\text{día}} = 16h$$

2.3.3.2.4. Relleno de material drenante.

Esta unidad corresponde al relleno interior de la bóveda, la misión de este relleno será dar estabilidad al conjunto gracias al aumento de peso que provoca.

En los planos se muestra un detalle del mismo.



Esta unidad es similar a la unidad del apartado 2.2.2.1., su coste unitario es de 21'5 €/m³ y su rendimiento es de 100 m³/día. Para un volumen de 126'8 m³, los costes y tiempos de la unidad son:

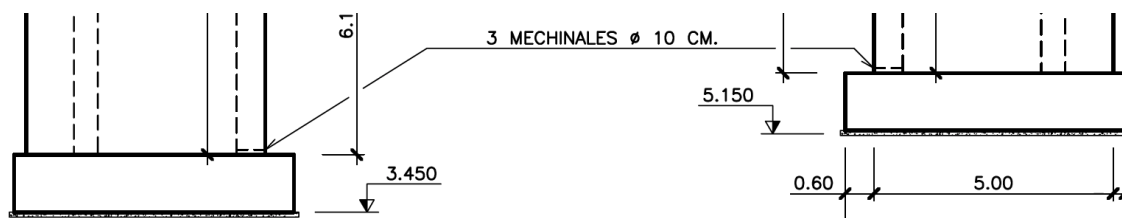
$$\text{Costes relleno drenante} = 21'5 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 126'8 \text{ m}^3 = 2.726'20 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo relleno drenante} = \frac{126'8 \text{ m}^3}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10h}{\text{día}} = 12'7 \text{ h}$$

2.3.3.2.5. Tubo dren de 160 mm de diámetro.

Esta unidad corresponde al tubo que irá alojado en el perímetro de la base del material drenante anteriormente descrito para dirigir el agua hasta los mechinales de salida al exterior, dichos mechinales se encontrarán en la misma base y estarán dirigidos hacia el interior de la bóveda para evacuar el agua hacia el arroyo.

A continuación, se muestra el detalle de los planos en el que aparecen los mechinales:



El coste unitario de esta unidad se estima en 15'00 €/m. Por lo que para una medición de 14 metros. Resulta un coste total de:

$$\text{Coste tubo dren} = 15'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 14 \text{ m} = 210'00 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.3.2.6. Geotextil como elemento filtro. Grupo 1.

Esta unidad corresponde al geotextil colocado entre el relleno drenante y tubo drenante, su misión es que el material drenante no colmate el tubo y los mechinales.

El coste unitario de esta unidad es de 1 €/m², por lo que para una superficie de 97'8 m², tendremos:

$$\text{Coste geotextil} = 1 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 97'8 \text{ m}^2 = 97'8 \text{ €}$$

2.3.3.2.7. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Como va se indicó al principio del capítulo, el acero pasivo tiene un coste unitario de 0'8 €/kg y cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora. Con una cantidad de 31.659'748 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 31.659'748 \text{ kg} = 25.327'80 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{31.659'748 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 396 \text{ h}$$



2.3.3.2.8. Hormigón HA-30/B/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a toda la bóveda.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 87'02 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 320'045 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HA} - 30, \text{ bombeado} &= 87'02 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 320'045 \text{ m}^3 = 27.850'32 \text{ €} \\ \text{Tiempo HA} - 30, \text{ bombeado} &= \frac{320'045 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 8 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.2.9. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 5'99 m³, resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes HM} - 15, \text{ vertido} &= 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 5'99 \text{ m}^3 = 388'45 \text{ €} \\ \text{Tiempo HM} - 15, \text{ vertido} &= \frac{5'99 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.2.10. Chapado de piedra mampuesto careado de espesor no superior a 10 cm.

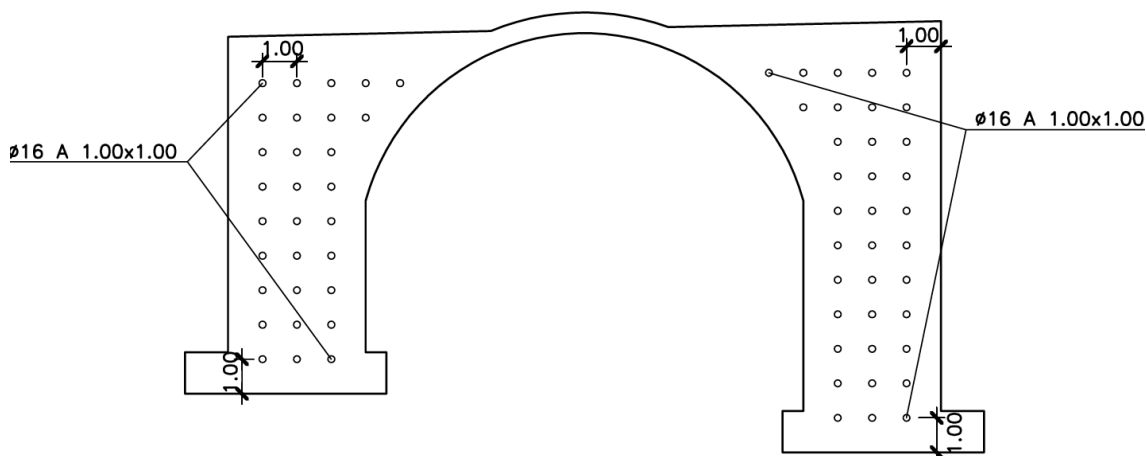
Esta unidad corresponde al revestimiento que se le dará a la estructura por su cara vista. Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.7. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad es de 80 €/m², por lo que para una superficie de 147 m², tendremos:

$$\begin{aligned} \text{Costes chapado} &= 80 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} * 147 \text{ m}^2 = 11.760'00 \text{ €} \\ \text{Tiempo chapado} &= \frac{147 \text{ m}^2}{5'4 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 28 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.2.11. Anclaje a elementos estructurales existentes, incluyendo perforación con broca de diamante, limpieza del taladro, adhesivo químico, barra de acero corrugado, todos los materiales y operaciones necesarias para su total ejecución.

Esta unidad corresponde a los anclajes de unión entre la ampliación de la estructura y la antigua estructura, su misión es unirlos y que colaboren frente a los esfuerzos además de mejorar la estabilidad del conjunto. A continuación, se muestra el detalle aparecido en los planos con respecto a esta unidad:



DETALLE DE UNIÓN A ESTRUCTURA EXISTENTE

ESCALA 1:150

Esta unión se realizará entre el muro interior de la ampliación y la estructura existente, por tratarse de un elemento alojado en el interior, el momento de su ejecución será después del desencofrado de los muros interiores y antes del relleno del material drenante, ya que es necesario tener acceso a todas las ubicaciones de anclajes.

Los anclajes consisten en barras de acero corrugado de 16 mm de diámetro que atraviesan ambas estructuras, en cuya perforación, para garantizar el correcto funcionamiento, se introduce adhesivo químico. La colocación de los anclajes forma una cuadrícula de 1 metro de distancia entre ellos.

La ejecución de los anclajes será la siguiente:

- 1º.-Perforación.
- 2º.-Limpieza.
- 3º.-Introducción de la barra de acero.
- 4º.-Inyección del adhesivo.
- 5º.-Sellado de la perforación frente a la entrada de agua.

Esta unidad tiene un coste unitario de 25 € la unidad, por lo que, para una cantidad de 66 unidades, tendremos:

$$\text{Costes anclajes} = 25 \frac{\text{€}}{\text{ud}} * 66 \text{ ud} = 1.650'00$$

El tiempo de ejecución de esta unidad será de aproximadamente 2 días.

2.3.3.2.12. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde a los encofrados ocultos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 731'05 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto} = 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 731'05 \text{ m}^2 = 17.545'20 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto} = \frac{731'05 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 146 \text{ h}$$



2.3.3.2.13. Encofrado curvo.

Esta unidad corresponde a los encofrados ocultos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 27 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora y un rendimiento de desencofrado de 80 m²/hora. Con una superficie de 56 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo} = 27 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 56 \text{ m}^2 = 1.512'00\text{€}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo} = \frac{56 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 11 \text{ h}$$

2.3.3.2.14. Encofrado recto con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de la bóveda.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 29 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora y un rendimiento de desencofrado de 42 m²/hora. Con una superficie de 47'25 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado recto madera} = 29 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 47'25 \text{ m}^2 = 1.370'25 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado recto madera} = \frac{47'25 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 16 \text{ h}$$

2.3.3.2.15. Encofrado curvo con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de la bóveda.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora y un rendimiento de desencofrado de 42 m²/hora. Con una superficie de 83'25 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 83'25 \text{ m}^2 = 2.830'50 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{83'25 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 28 \text{ h}$$

2.3.3.2.16. Cimbra.

Esta unidad corresponde a la estructura auxiliar necesaria para realizar el encofrado de la bóveda, sobre ella se coloca el encofrado de madera, en la imagen que se muestra a continuación se muestra un esquema de este tipo de elemento:



La ejecución de esta unidad incluye:

- Proyecto de la cimbra y cálculo estructural.
- Preparación y ejecución del cimiento de la cimbra.
- Montaje de la cimbra y de sus apuntalamientos.
- Nivelación de la cimbra.
- Pruebas de carga de la cimbra y sus apuntalamientos.
- Descimbrado y retirada de todos los elementos de la cimbra y de los elementos de cimiento que pueden perjudicar al resto de la obra, restituyendo el terreno sobre el que se haya realizado la cimentación a su estado inicial.

El coste unitario de esta unidad es de 8'00 €/m³ por lo que para un volumen de 775'275 m³, tendremos:

$$\text{Costes cimbra} = 8'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 775'275 \text{ m}^3 = 6.202'20 \text{ €}$$

2.3.3.2.17. Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi.

Esta unidad fue descrita en el apartado de los estribos de la primera estructura.

El coste unitario de esta unidad es de 4'00 €/m². Por lo que para una medición de 81'8 m². Resulta un coste total de:

$$\text{Coste impermeabilización brea – epoxi} = 4'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 81'8 \text{ m}^2 = 327'20 \text{ €}$$

No tiene un tiempo de ejecución asociado.

2.3.3.2.18. Prueba de carga estática para la estructura de carretera “Rotonda Norte”.

Esta unidad corresponde al último trabajo que se realizará en la estructura antes de poder ser abierta al uso. Para la realización de la misma se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

El coste de esta unidad se cifra en torno a los 1.000 €.

2.3.3.2.19. Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.6. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se estima en 80 €/m, para una longitud de 23 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes imposta} = 80 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 23 \text{ m} = 1.840'00 \text{ €}$$

2.3.3.2.20. Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.7. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se estima en 190 €/m, para una longitud de 23 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes pretil} = 190 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 23 \text{ m} = 4.370'00 \text{ €}$$

2.3.3.2.21. Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

El coste unitario de esta unidad se estima en 270 €/ud, para una cantidad de 2 unidades, resulta un coste de:

$$\text{Costes remate pretil} = 270 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 2 \text{ ud} = 540'00 \text{ €}$$

2.3.3.2.22. Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotoperCUSión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Norte", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto.

Esta unidad corresponde a la partida alzada para la realización de sondeos en la zona de cimentación de la estructura.

Su valor es de 4.500'00 €.

2.3.3.2.23. Partida alzada de abono íntegro para la demolición de un voladizo del tablero del puente actual del Portillo, incluso transporte de los productos resultantes a vertedero, todos los materiales, medios y operaciones necesarias para su total ejecución.

Esta unidad corresponde a la partida alzada para la demolición del voladizo existente.

Su valor es de 6.000'00 €.

2.3.3.2.24. Plazo de ejecución de la estructura Norte.

Debido al difícil reparto de las unidades de obra entre los diferentes elementos de la bóveda, realizaré un plan de ejecución de una forma más cualitativa que las realizadas en las estructuras anteriores, así todo utilizaré de guía los tiempos calculados.

Repetiré el procedimiento de ejecución, pero esta vez se indica el plazo de cada trabajo:

- 1) Demolición del voladizo existente.
2 días.
- 2) Excavación de las cimentaciones.
Medio día. (2´5 días acumulados)
- 3) Hormigón de limpieza.
No llega a una hora, la incluyo en el día de endurecimiento. (3´5 días acumulados)
- 4) Ferralla de las zapatas.
Medio día. (4 días acumulados)
- 5) Encofrado de las zapatas.
Medio día. (4´5 días acumulados)
- 6) Hormigonado de las zapatas.
Una tarde. (5 días acumulados)
- 7) Fraguado de las zapatas.
2 días. (7 días acumulados)
- 8) Desencofrado de las zapatas.
A penas se le atribuye tiempo de ejecución, no se tiene en cuenta. (7 días acumulados)
- 9) Ferrallado de hastiales, bóveda y muretes.
A pesar de que la ferralla estará premontada, debida a la complicada forma de la estructura, este proceso será más lento que en otras colocaciones de ferralla. Por lo que se le atribuye un tiempo de ejecución de 2 días. (9 días acumulados)
- 10) Encofrado de hastiales, bóveda y muretes.
Dado que, en esta unidad además del encofrado, incluimos la colocación de la cimbra y de sus elementos auxiliares, vamos a suponer que se tarde 3 días en completarlo. (12 días acumulados)
- 11) Hormigonado de hastiales, bóveda y muretes.
Debido a la compleja forma de los elementos a ejecutar, se considera un día de ejecución. (13 días acumulados)
- 12) Fraguado de hastiales, bóveda y muretes.
2 días. (15 días acumulados)
- 13) Desencofrado de hastiales, bóveda y muretes.
Aunque el desencofrado en otras ocasiones no se tiene a penas en cuenta, en esta hay que contar con el descimbrado, por tanto, asumiremos que durará medio día. (15´5 días acumulados)
- 14) Anclaje entre estructuras.
Para esta unidad asumiremos un tiempo de ejecución de día y medio. (17 días acumulados)
- 15) Relleno interior de material drenante.
El tiempo de ejecución de calcula en poco más de un día (18 días acumulados)
- 16) Encofrado inferior losa.
- 17) Ferralla losa.
Para las dos fases anteriores, voy a considerar medio día. (18´5 días acumulados)

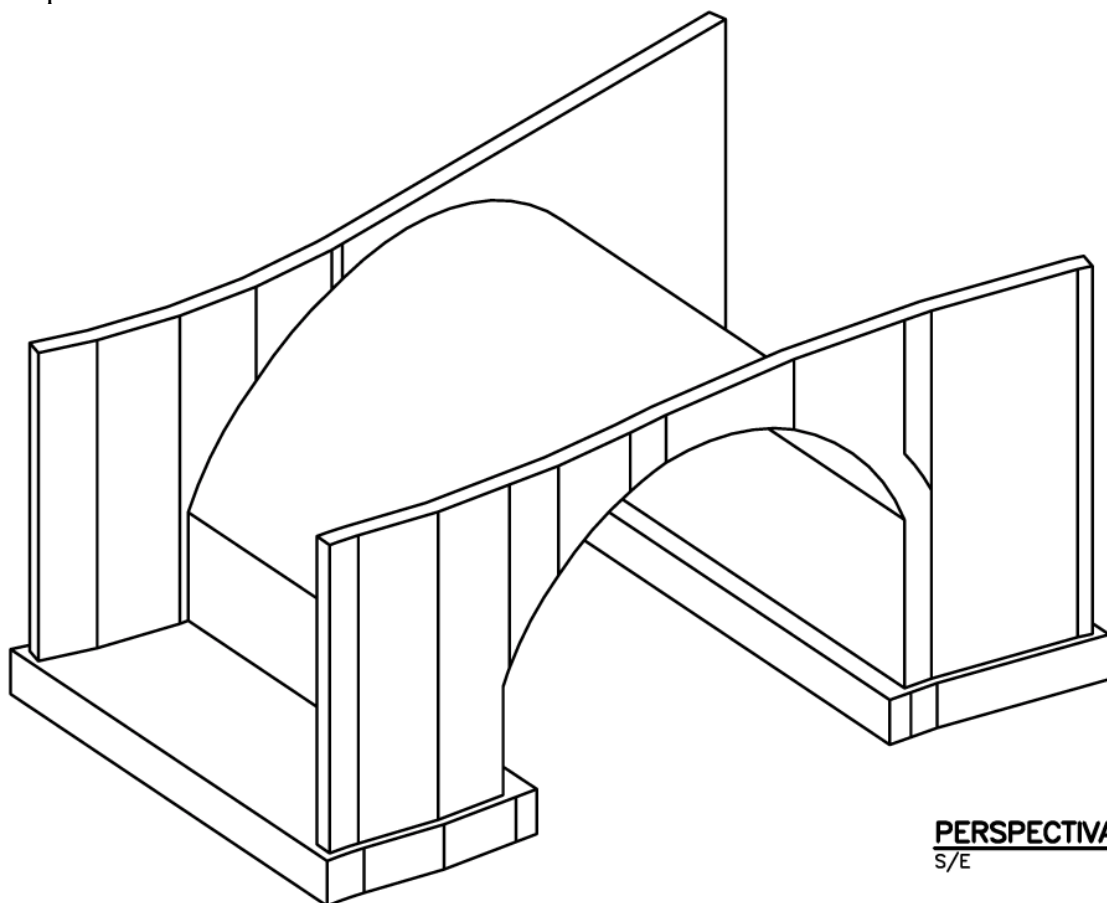
- 18) Hormigonado losa, no existe desencofrado porque queda en el interior de la estructura.
- 19) Fraguado losa.
Como el hormigonado será de poca duración, se asume que hormigonado y fraguado ocuparán 2 días. (20´5 días acumulados)
- 20) Acabados y relleno.
Los acabados y el relleno exterior se realizarán en los 20 días anteriores a la prueba de carga. (40´5 días acumulados)

Por lo descrito anteriormente, la ejecución de la ampliación de la estructura norte durará en torno a 41 días de trabajo (8 semanas).

2.3.3.3. SUBCAPÍTULO 3.3.2: ESTRUCTURA SUR.

Se trata de una bóveda de nueva planta, en la parte sur de la glorieta situada en el Portillo.

A continuación, se muestra una imagen de la perspectiva de la estructura que aparece en los planos:



2.3.3.3.1. Proceso constructivo.

El procedimiento de ejecución será el siguiente:

- 1) Excavación de las cimentaciones.
- 2) Hormigón de limpieza.
- 3) Ferrallado de las zapatas.
- 4) Encofrado de las zapatas.
- 5) Hormigonado de las zapatas.
- 6) Fraguado de las zapatas.
- 7) Desencofrado de las zapatas.
- 8) Ferrallado de hastiales y bóveda.
- 9) Encofrado de hastiales y bóveda.
- 10) Hormigonado de hastiales y bóveda.
- 11) Fraguado de hastiales y bóveda.
- 12) Desencofrado de hastiales y bóveda.
- 13) Ferrallado de muros.
- 14) Encofrado de muros.
- 15) Hormigonado de muros.
- 16) Fraguado de muros.
- 17) Desencofrado de muros.
- 18) Acabados y relleno.

Estas fases servirán de guía para que en el apartado relacionado con los plazos de ejecución de esta estructura podamos identificar las diferentes unidades correspondientes a cada fase y así calcular el tiempo de ejecución de cada una.

Previo a la ejecución de la estructura, se realizarán sondeos para verificar la continuidad del estrato rocoso en la zona de las cimentaciones, el proyecto lo trata como una partida alzada.

2.3.3.3.2. Excavación en zanjas y pozos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.1. del presente documento.

El rendimiento de esta unidad es de 400 m³/día, y su coste unitario es de 1'87 €/m³; con un volumen de 641'25 m³.

Resulta un coste total de:

$$\text{Coste excavación en zanjas y pozos} = 1'87 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 641'25 \text{ m}^3 = 1.199'14 \text{ €}$$

El tiempo de ejecución será:

$$\text{Tiempo excavación en zanjas y pozos} = \frac{641'25 \text{ m}^3}{400 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 16 \text{ h}$$

2.3.3.3.3. Relleno localizado.

Siguiendo las indicaciones del apartado 2.3.1.2.2. de este mismo documento. Esta unidad tiene un coste unitario de 2'00 €/m³ y un rendimiento de 675 m³/día.

Para un volumen de 442'38m³, tenemos:

$$\text{Coste relleno localizado} = 2'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 442'38 \text{m}^3 = 884'76 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo relleno localizado} = \frac{442'38 \text{ m}^3}{100 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}} \cdot \frac{10 \text{h}}{\text{día}} = 4 \text{h}$$

2.3.3.3.4. Acero B-500-S en barras corrugadas.

Como ya se indicó al principio del capítulo, el acero pasivo tiene un coste unitario de 0'8 €/kg y cada operario de ferralla tiene un rendimiento de montaje y colocación de 80 kg/hora. Con una cantidad de 58.661'464 kg, resultan:

$$\text{Costes acero B 500 S} = 0'8 \frac{\text{€}}{\text{kg}} \cdot 58.661'464 \text{ kg} = 46.929'17 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo acero B 500 S} = \frac{58.661'464 \text{ kg}}{80 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 733 \text{ h}$$

2.3.3.3.5. Hormigón HA-30/B/Illa procedente de central puesto en obra mediante bombeo.

Esta unidad corresponde a toda la bóveda.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 87'02 €/m³, por tratarse de un hormigón bombeado su rendimiento es de 40 m³/hora. Con un volumen de 500'656 m³, resultan:

$$\text{Costes HA – 30, bombeado} = 87'02 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 500'656 \text{ m}^3 = 43.567'09 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HA – 30, bombeado} = \frac{500'656 \text{ m}^3}{40 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 13 \text{ h}$$

2.3.3.3.6. Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido.

Esta unidad corresponde al hormigón de limpieza.

Como ya se indicó al principio del capítulo, esta unidad tiene un coste unitario de 64'85 €/m³, por tratarse de un hormigón vertido su rendimiento es de 50 m³/hora. Con un volumen de 15'999 m³, resultan:

$$\text{Costes HM – 15, vertido} = 64'85 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 15'999 \text{ m}^3 = 1.037'54 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo HM – 15, vertido} = \frac{15'999 \text{ m}^3}{50 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}} = 1 \text{h}$$

2.3.3.3.7. Chapado de piedra mampuesto careado de espesor no superior a 10 cm.

Esta unidad corresponde al revestimiento que se le dará a la estructura por su cara vista. Esta unidad fue descrita en el apartado 2.2.3.7. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad es de 80 €/m², por lo que para una superficie de 240 m², tendremos:

$$\begin{aligned} \text{Costes chapado} &= 80 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} * 240 \text{ m}^2 = 19.200'00 \text{ €} \\ \text{Tiempo chapado} &= \frac{240 \text{ m}^2}{5'4 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 44 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.3.8. Encofrado recto.

Esta unidad corresponde a los encofrados ocultos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 24 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 672'93 m², resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes encofrado recto} &= 24 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 672'93 \text{ m}^2 = 16.150'32 \text{ €} \\ \text{Tiempo encofrado recto} &= \frac{672'93 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 135 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.3.9. Encofrado curvo.

Esta unidad corresponde a los encofrados ocultos.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 27 €/m², su rendimiento de colocación es de 5 m²/hora. Con una superficie de 198 m², resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes encofrado curvo} &= 27 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 198 \text{ m}^2 = 5.346'00 \text{ €} \\ \text{Tiempo encofrado curvo} &= \frac{198 \text{ m}^2}{5 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 40 \text{ h} \end{aligned}$$

2.3.3.3.10. Encofrado recto con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de la bóveda.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 29 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora y un rendimiento de desencofrado de 42 m²/hora. Con una superficie de 90'675 m², resultan:

$$\begin{aligned} \text{Costes encofrado recto madera} &= 29 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 90'675 \text{ m}^2 = 2.629'58 \text{ €} \\ \text{Tiempo encofrado recto madera} &= \frac{90'675 \text{ m}^2}{3 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 30 \text{ h} \end{aligned}$$



2.3.3.3.11. Encofrado curvo con madera machihembrada.

Esta unidad corresponde al encofrado visto de la bóveda.

Como ya se indicó al comienzo del presente capítulo, su coste unitario es de 34 €/m², su rendimiento de colocación es de 3 m²/hora. Con una superficie de 187'2 m², resultan:

$$\text{Costes encofrado curvo madera} = 34 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 187'2 \text{ m}^2 = 6.364'80 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo encofrado curvo madera} = \frac{187'2 \text{ m}^2}{2 \frac{\text{m}^2}{\text{h}}} = 62 \text{ h}$$

2.3.3.3.12. Cimbra.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.3.2.16.

El coste unitario de esta unidad es de 8'00 €/m³, por lo que para un volumen de 1053 m³, tendremos:

$$\text{Costes cimbra} = 8'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 1053 \text{ m}^3 = 8.424'00 \text{ €}$$

2.3.3.3.13. Prueba de carga estática para la estructura de carretera “Rotonda Sur”.

Esta unidad corresponde al último trabajo que se realizará en la estructura antes de poder ser abierta al uso. Para la realización de la misma se tendrá en cuenta lo dispuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.

El coste de esta unidad se cifra en torno a los 1.000 €.

2.3.3.3.14. Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.6. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se estima en 80 €/m, para una longitud de 88 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes imposta} = 80 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 88 \text{ m} = 7.040'00 \text{ €}$$

2.3.3.3.15. Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

Esta unidad fue descrita en el apartado 2.3.1.5.7. del presente documento.

El coste unitario de esta unidad se estima en 190 €/m, para una longitud de 44 m, resulta un coste de:

$$\text{Costes pretil} = 190 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 44 \text{ m} = 8.360'00 \text{ €}$$

2.3.3.3.16. Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado.

El coste unitario de esta unidad se estima en 270 €/ud, para una cantidad de 4 unidades, resulta un coste de:

$$\text{Costes remate pretil} = 270 \frac{\text{€}}{\text{ud}} \cdot 4 \text{ ud} = 1.080'00 \text{ €}$$

2.3.3.3.17. Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotoperusión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Sur", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto.

Esta unidad corresponde a la partida alzada para la realización de sondeos en la zona de cimentación de la estructura.

Su valor es de 4.500'00 €.

2.3.3.3.18. Plazo de ejecución de la estructura Sur.

Repetiré el procedimiento de ejecución, pero esta vez se indica el plazo de cada trabajo:

- 1) Excavación de las cimentaciones.
Un día.
- 2) Hormigón de limpieza.
No llega a dos horas, las incluyo en el día de endurecimiento. (2 días acumulados)
- 3) Ferrallado de las zapatas.
Medio día. (2'5 días acumulados)
- 4) Encofrado de las zapatas.
Medio día. (3 días acumulados)
- 5) Hormigonado de las zapatas.
Medio día (3'5 días acumulados)
- 6) Fraguado de las zapatas.
2 días. (5'5 días acumulados)
- 7) Desencofrado de las zapatas.
No se le atribuye tiempo de ejecución. (5'5 días acumulados)
- 8) Ferrallado de hastiales y bóveda.
Esta es una complicada operación por la forma de la estructura, por lo cual se le atribuye 3 días de trabajo. (8'5 días acumulados)
- 9) Encofrado de hastiales y bóveda.
Dado que, en esta unidad además del encofrado, incluimos la colocación de la cimbra y de sus elementos auxiliares, vamos a suponer que se tarde 3 días en completarlo. (11'5 días acumulados)
- 10) Hormigonado de hastiales y bóveda.
Debido a la compleja forma de los elementos a ejecutar, se considera un día de ejecución. (12'5 días acumulados)
- 11) Fraguado de hastiales y bóveda.
2 días (14'5 días acumulados)



- 12) Desencofrado de hastiales y bóveda.
Aunque el desencofrado en otras ocasiones no se tiene a penas en cuenta, en esta hay que contar con el descimbrado, por tanto, asumiremos que durará un día porque es necesaria desmontar la cimbra. (15'5 días acumulados)
- 13) Ferrallado de muros.
Un día. (16'5 días acumulados)
- 14) Encofrado de muros.
Un día. (17'5 días acumulados)
- 15) Hormigonado de muros.
Medio día. (18 días acumulados)
- 16) Fraguado de muros.
2 días. (20 días acumulados)
- 17) Desencofrado de muros.
No se le atribuye tiempo. Un día. (20 días acumulados)
- 18) Acabados y relleno.
Los acabados y el relleno exterior se realizarán en los 20 días anteriores a la prueba de carga. (40 días acumulados)

Por lo descrito anteriormente, la ejecución de la ampliación de la estructura norte durará en torno a 40 días de trabajo (8 semanas).

2.3.3.4. Plazo de ejecución de ambas bóvedas.

El tiempo de ejecución de cada estructura es de 41 días para la bóveda norte y de 40 días para la sur; como la bóveda norte no puede comenzar hasta que finalice la sur (incluida la prueba de carga), el tiempo de ejecución de ambas es de 81 días, 20 semanas (5 meses).

Además, uno de los primeros trabajos en la obra será la ejecución de estas estructuras para tener adecuado el acceso al nuevo trazado desde la vía existente y así poder avanzar desde el comienzo y el final de la traza.

2.3.4. Plazo de ejecución de todas las estructuras.

Para este plazo tendremos la diferencia entre la ejecución de los puentes y la ejecución de las bóvedas.

El plazo de ejecución de las bóvedas ya ha sido descrito, no se repite.

Se ejecutará primero el primer puente (2 vanos) y cuando este se finalice (sin tener en cuenta la prueba de carga, ya que esta es para la apertura al servicio de la infraestructura, no para el aprovechamiento de la misma dentro de la obra) se comenzará con el otro (3 vanos). De esta forma podremos utilizar los mismos recursos humanos en uno y otro, lo cual aumentará el rendimiento debido a la experiencia ganada en el primero y evitará posibles retrasos en los rendimientos estimados. Por otra parte, resultaría costoso exigir al fabricante de la estructura metálica que nos suministrara ambas a la vez, y de esta forma sólo necesitaremos disponer de una grúa de gran capacidad.



Por lo explicado anteriormente, la ejecución de los puentes será de 48 (68 días del primer puente menos 20 días de la prueba de carga) +58 (78 días del segundo puente menos 20 días de la prueba de carga) =106 días, 21 semanas, 5 meses. Y podrá comenzar una vez realizados los trabajos preliminares.

Dado que todas las estructuras se pueden comenzar una vez finalizados los trabajos preliminares y que, aunque es posible ejecutar simultáneamente puentes y bóvedas, es interesante realizar primero las bóvedas y después los puentes para utilizar los mismos equipos humanos en todas las estructuras y así mantener los rendimientos asumidos. En la ejecución de las bóvedas existirán muchos tiempos muertos, los cuales se utilizarán para avanzar en las otras estructuras de manera intermitente, estos tiempos muertos están principalmente relacionados con los fraguados, entre ambas bóvedas habrá un total de casi 10 días de paradas por los fraguados. Los cuales descontaremos a la ejecución de los puentes.

Se describe a continuación los plazos de ejecución de ambas opciones:
Bóveda Sur (40 días), del día 1 al 40.

Bóveda Norte (41 días), del día 41 al 81.

Puente 1 (2 vanos, 68 días), del día 62 al 129 (la bóveda Norte finaliza el día 61, hasta el día 81 se espera para la prueba de carga).

Puente 2 (3 vanos, 78 días), del día 109 al 187 (el puente 1 finaliza el día 108, hasta el día 129 se espera para la prueba de carga; el puente 2 finaliza el 166, para realizar la prueba de carga habría que esperar al día 187).

Plazo total de 166 días, 32 semanas, 8 meses.

A esto hay que restarle los 10 días de los tiempos muertos: **156 días**

Se hace la consideración de comenzar con las siguientes estructuras mientras se ejecutan los acabados, tanto con el puente 1 como con el 2, porque los equipos que se encargan de los acabados en las estructuras anteriores a las nombradas no serán los que se ocupan de los elementos estructurales. Por tanto, mientras se ejecutan los acabados de la bóveda Norte se comenzará el puente 1, y mientras se ejecutan los acabados del puente 1 se comenzará el puente 2.

A las estructuras se las da esta importancia a las estructuras porque una vez ejecutadas las mismas, y las explanaciones y los muros, se podrán ejecutar los firmes (que durarán cerca de 3 meses) y tras las correspondientes comprobaciones por la dirección de obra, esta será finalizada.

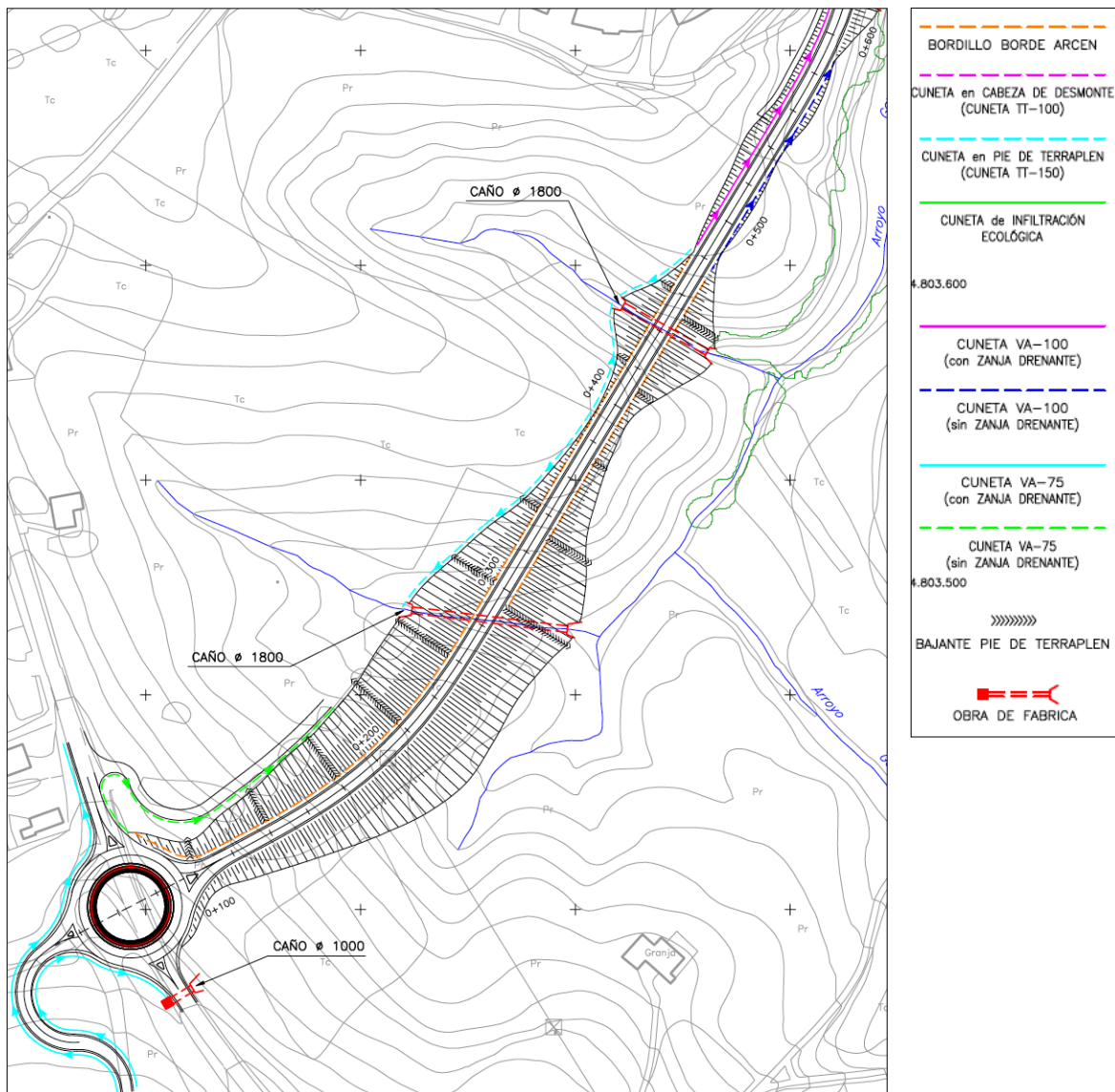
2.4. CAPÍTULO 4: DRENAJE.

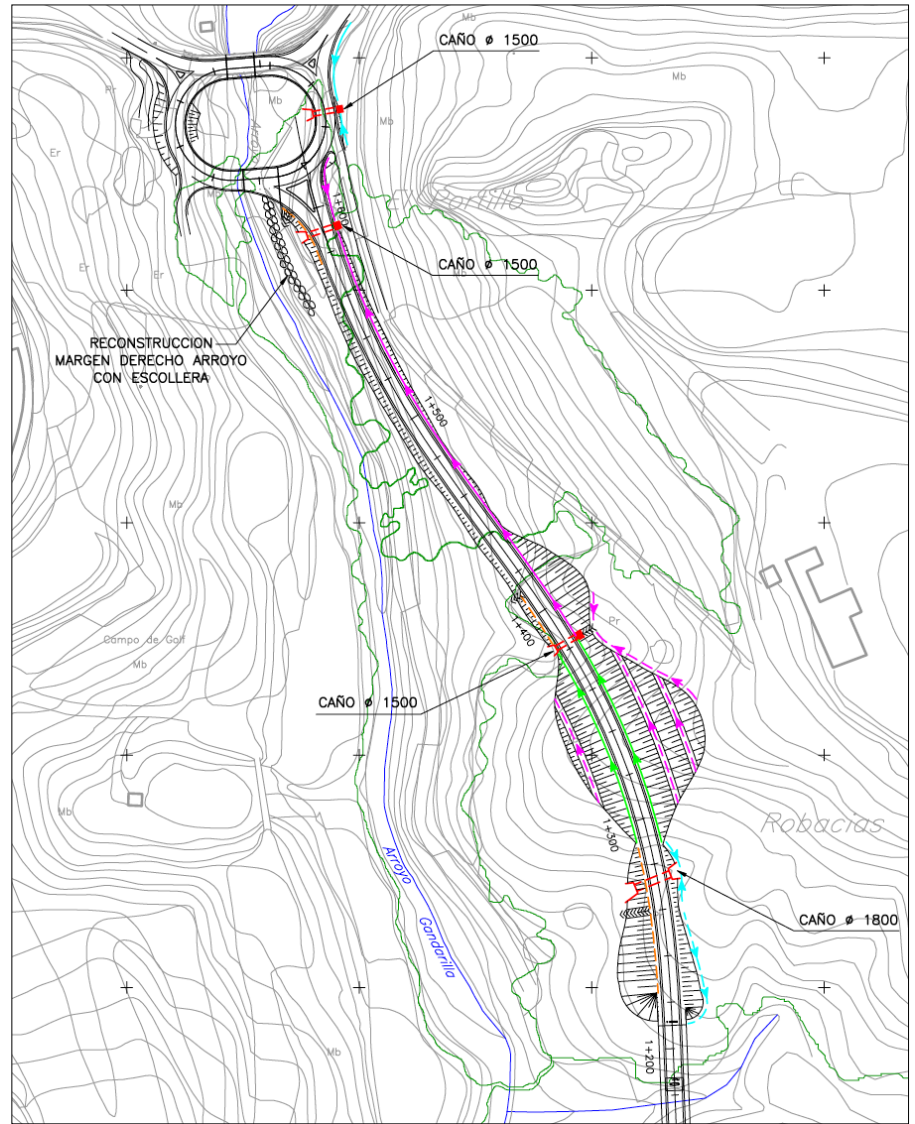
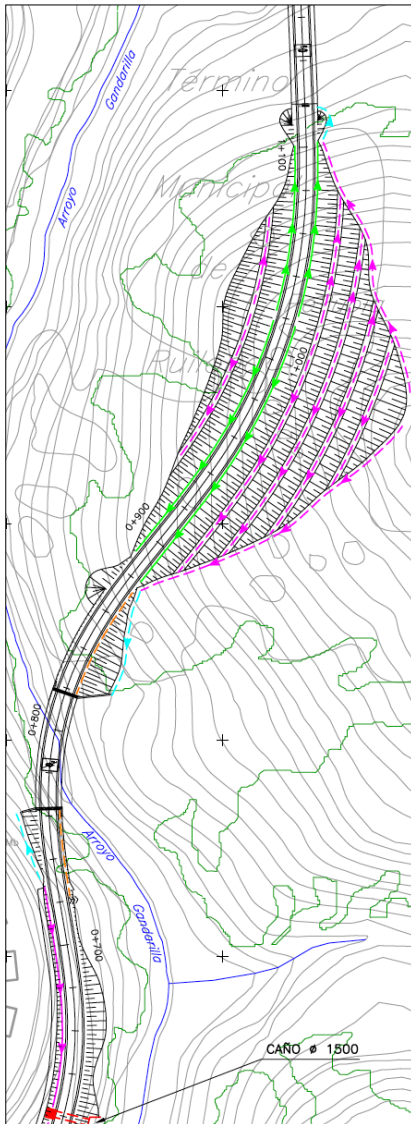
En este capítulo se establecen los elementos de evacuación de las aguas de escorrentía superficial que inciden sobre el trazado de la carretera, así como algún cruce con el arroyo Gandarilla. La correcta evacuación del agua sobre el firme mejora las condiciones de seguridad, facilitando el tránsito de vehículos. Además, permite una mejor localización de las corrientes de agua, disminuyendo la erosión de la explanada de forma considerable.

Para definir este capítulo se dividen las unidades en dos tipos de drenaje:

- 1) Cunetas y zanjas drenantes.
- 2) Tubos, arquetas y sumideros.

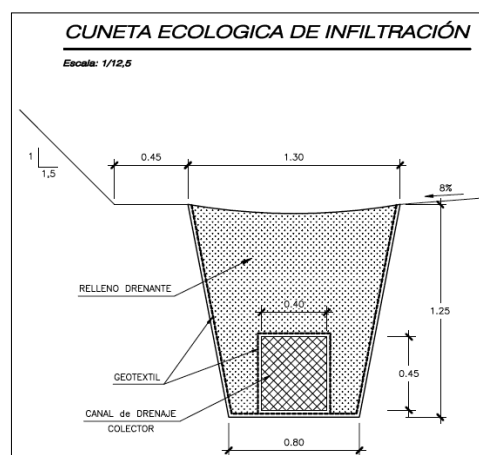
A continuación, se muestran imágenes extraídas de los planos en las cuales se pueden observar los diferentes elementos de drenaje y su localización en la obra.



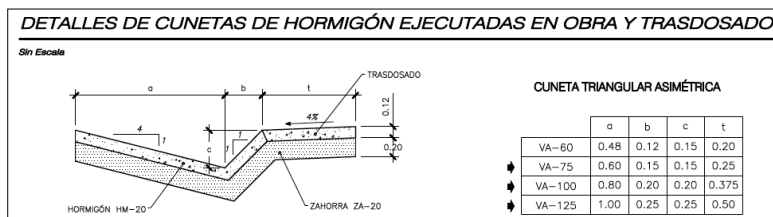


En las imágenes anteriores se ha podido observar los diferentes elementos de drenaje proyectados en la obra, los cuales se enumeran a continuación:

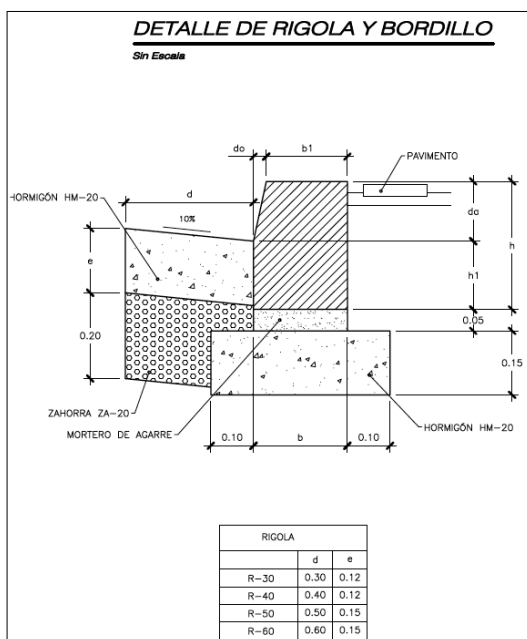
- Cuneta de infiltración ecológica tipo “Atlantis”, formada por un macizo de material drenante en el que se incluye un canal de drenaje-colector formado por módulos de polipropileno y envuelto en geotextil.



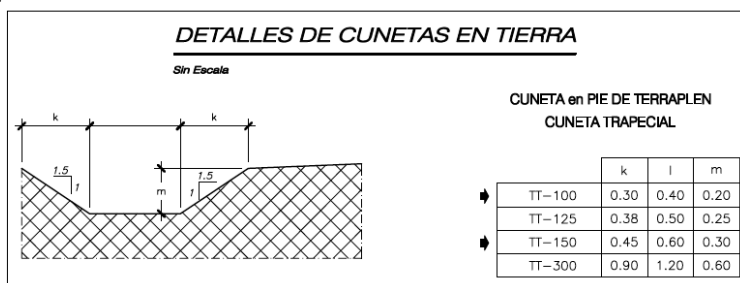
- Cunetas revestidas de hormigón en V de 125 cm anchura en el tronco de la carretera, de 100 cm en ramales y de 75 cm en caminos y accesos.

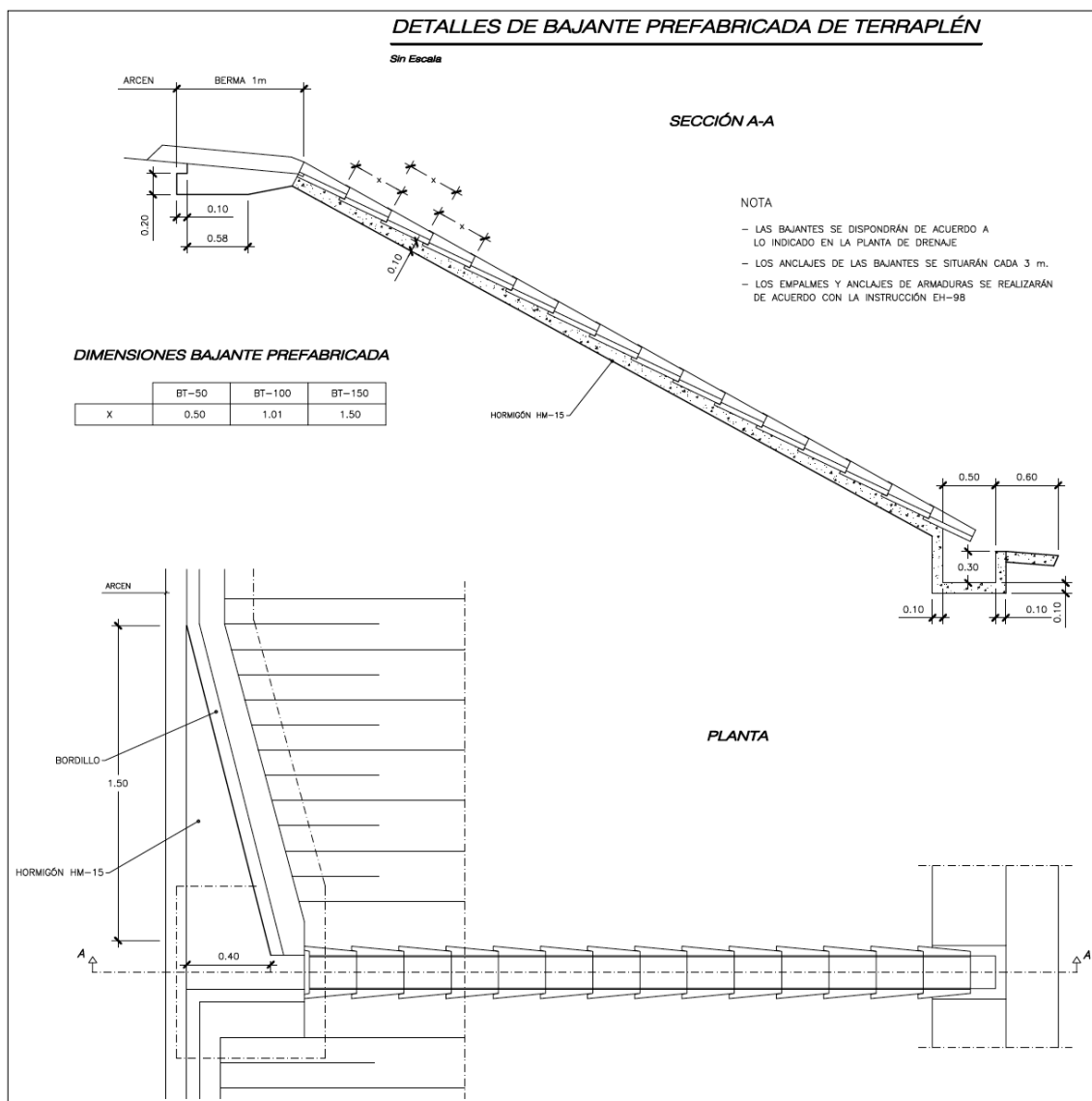


- Régolas (R-50) de 50 cm de ancho, con una pendiente del 10% (lo cual supone un calado de 5 cm), y un espesor del revestimiento de hormigón de 15 cm.



- Cunetas de tierra en cabeza de desmonte, que desaguarán en los cauces naturales o en las obras de drenaje a construir, directamente o a través de bajantes. Estas cunetas de cabeza de desmonte se ejecutarán asimismo en las banquetas intermedias de los desmontes.



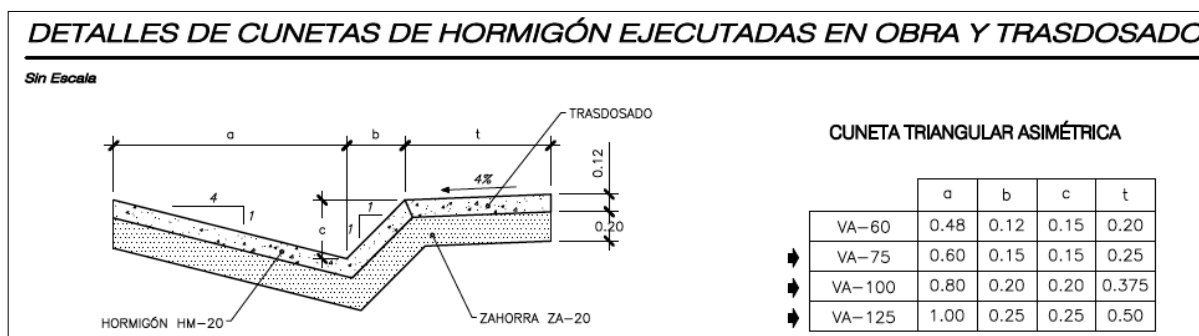


- Como drenaje transversal, además de las estructuras (los puentes y las bóvedas) se utilizan caños de hormigón armado de diferentes diámetros, los diámetros y la cantidad utilizada cada uno se detalla a continuación:
 - 1.000 mm, una vez, con boquilla solamente a la salida y con un pozo de registro a la entrada.
 - 1.500 mm, 4 veces, con boquilla solamente a la salida y con un pozo de registro a cada entrada
 - 1.800 mm, 3 veces, con boquilla tanto a la salida como a la entrada.

2.4.1. SUBCAPÍTULO 4.1: CUNETAS Y ZANJAS DRENANTES.

2.4.1.1. Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-75.

Consiste en una cuneta con forma de “V” con pendiente 4H/1V y 1H/1V en el trasdosado, con una anchura de 75 cm y un calado de 15 cm. La construcción comienza con la colocación de una base de asiento de zahorra ZA-20 de unos 20 cm de espesor para perfilar y nivelar la cuneta, sobre la cual se extiende una capa de hormigón de unos 12 cm de espesor, el hormigón se vierte directamente del camión y el operario lo nivelará y regularizará. Para finalizar se cuida el curado del hormigón con un riego de agua para evitar la formación de fisuras de retracción. En la imagen siguiente se vuelve a mostrar una captura del plano correspondiente a esta descripción:



Se ha estimado un coste unitario de 12'50 €/m y un rendimiento de ejecución de 50 m/día, por lo que, para una medición de 260 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\text{Costes VA} - 75 = 12'50 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 260\text{m} = 3.250'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo VA} - 75 = \frac{260 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 52 \text{ h}$$

2.4.1.2. Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-100.

Consideraciones iguales que la unidad anterior, únicamente se diferencia en las dimensiones con una anchura de 100 cm y un calado de 20 cm.

Se ha estimado un coste unitario de 15,00 €/m y un rendimiento de ejecución de 50 m/día, por lo que, para una medición de 540 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\text{Costes VA} - 100 = 15'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 540\text{m} = 8.100'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo VA} - 100 = \frac{540 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 108 \text{ h}$$

2.4.1.3. Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-125.

Consideraciones iguales que las unidades anteriores, se diferencia en las dimensiones con una anchura de 125 cm y un calado de 25 cm.

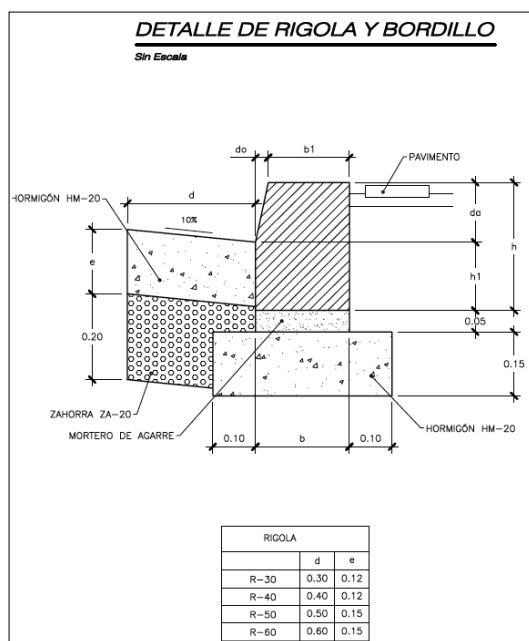
Se ha estimado un coste unitario de 17,50 €/m y un rendimiento de ejecución de 50 m/día, por lo que, para una medición de 760 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\text{Costes VA} - 125 = 17,50 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 760\text{m} = 13.300,00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo VA} - 125 = \frac{760 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10\text{h}}{\text{día}} = 152 \text{ h}$$

2.4.1.4. Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-50.

Se trata de una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma, con el fin de recibir y canalizar las aguas de lluvia, que se reviste “in situ” con hormigón, colocado sobre un lecho de asiento constituido por zahorra artificial según la sección definida en los planos, la cual se vuelve a mostrar a continuación:



Para la ejecución de la cuneta se realiza una preexcavación, se perfila la forma de la cuneta con una retroexcavadora mixta con un cazo especial consiguiendo la forma deseada. Conformada la cuneta con un material granular (zahorra artificial), ya estará preparado para la colocación de los encofrados. Los encofrados están compuestos por unas tablillas que hacen de tapa frontal y dorsal de las cunetas, una vez colocados se vierte el hormigón.

El proceso constructivo de esta cuneta o rígora, consiste en:

- 1) Excavación y refino del fondo de excavación.
- 2) Preparación y comprobación de la superficie de asiento.
- 3) Colocación de la capa de zahorra.

- 4) Encofrado.
- 5) Hormigonado.

Se ha estimado un coste unitario de 11'50 €/m y un rendimiento de ejecución de 50 m/día, por lo que, para una medición de 100 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

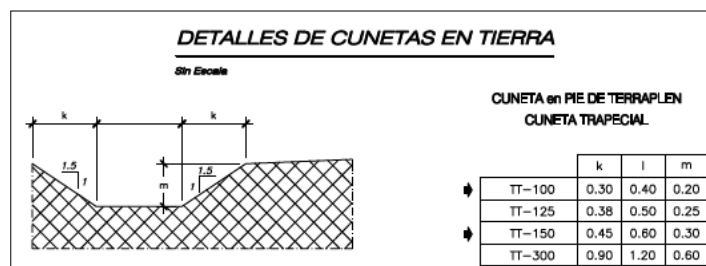
$$\text{Costes } R - 50 = 11'50 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 100 \text{ m} = 1.150'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo } R - 50 = \frac{100 \text{ m}}{50 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 20 \text{ h}$$

2.4.1.5. Formación de cuneta en tierra, tipo TT-100.

Formación de una cuneta con forma de trapecio equilátero con pendientes 1'5H/1V, son anchura total de 100 cm y un calado de 20 cm.

Para la construcción se comienza desde la superficie de la explanada, en la cual se excava una caja hasta darle la forma aproximada de las dimensiones requeridas. Después se hace la nivelación definitiva y el refino de pendientes, tratando de no provocar pendientes negativas o cambios de rasante que puedan retener el agua, con unas dimensiones finales acordes a lo indicado en el proyecto. En la siguiente imagen se vuelve a mostrar la captura de los planos en la que aparece la descripción anterior:



Se ha estimado un coste unitario de 3'00 €/m y un rendimiento de ejecución de 200 m/día por lo que, para una medición de 1280 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\text{Costes } TT - 100 = 3'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 1280 \text{ m} = 3.840'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo } TT - 100 = \frac{1280 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 64 \text{ h}$$

2.4.1.6. Formación de cuneta en tierra, tipo TT-150.

Consideraciones iguales que la unidad anterior, únicamente se diferencia en las dimensiones con una anchura de 150 cm y un calado de 30 cm.



Se ha estimado un coste unitario de 3'00 €/m y un rendimiento de ejecución de 200 m/día por lo que, para una medición de 640 metros, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\begin{aligned} \text{Costes } TT - 150 &= 3'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 640 \text{ m} = 1.920'00 \text{ €} \\ \text{Tiempo } TT - 150 &= \frac{640 \text{ m}}{200 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 32 \text{ h} \end{aligned}$$

2.4.1.7. Trasdoso de cuneta.

Consiste en una placa de hormigón de 12 cm de espesor, que se ejecuta como remate entre la cuneta de hormigón y el terreno, que recoge el agua procedente del talud de desmonte y conducirlo hasta la cuneta con una pendiente del 4%.

Su proceso constructivo es similar al de las cunetas, lleva una capa de lecho de zahorra con un hormigonado superior. La ejecución de esta unidad incluye las siguientes operaciones:

- Ejecución de la excavación y nivelación, refino y preparación de la superficie de asiento.
- Extensión del lecho de asiento de zahorra artificial y compactación.
- Encofrado y hormigonado del trasdós de la cuneta.

Se ha estimado un coste unitario de 10,00 €/m² y un rendimiento de ejecución de 100 m/día, por lo que, para una medición de 647'5 m², resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\begin{aligned} \text{Costes trasdosado} &= 10'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} * 647'5 \text{ m}^2 = 6.475'00 \text{ €} \\ \text{Tiempo trasdosado} &= \frac{647'5 \text{ m}^2}{100 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 65 \text{ h} \end{aligned}$$

2.4.1.8. Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50.

Esta unidad permite canalizar las aguas de lluvia desde una superficie situada a cierta altura hasta un nivel más bajo. Así se consigue eliminar de forma rápida el gua de escorrentía, el cual podría discurrir por los taludes con el consiguiente desgaste que sufriría el terreno. En nuestra obra, todas estas bajantes se sitúan en los diferentes terraplenes y recogiendo agua de diferentes bordillos de borde de arcén para bajarlo hasta cunetas de pío de terraplén o al propio terreno natural.

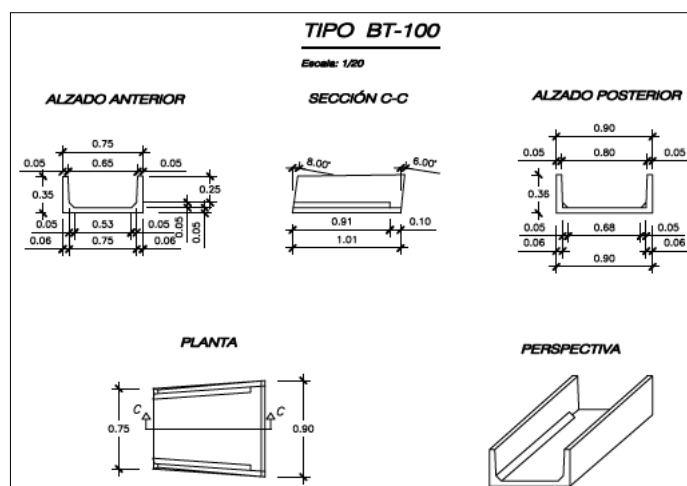
Para su construcción se realiza una zanja descendente por el talud de unos 20 cm de profundidad, suficiente para la solera de hormigón de 10 cm y el encaje de la bajante. Para los terraplenes, se excava una berma de 1 m de ancho y unos 20 cm de profundidad en la zona alta del terraplén y un colector de 30 cm de profundidad por 50 de ancho a lo largo de la base del talud. Después se vierte hormigón formando una solera en una capa de 10 cm de espesor en toda la zanja. Por último, se colocan las piezas prefabricadas en sentido ascendente, ejecutando las terminaciones laterales. En la siguiente imagen se vuelve a mostrar la captura de los planos correspondiente a la explicación anterior correspondiente a los planos del proyecto:

$$\text{Costes trasdosado} = 31'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} * 391 \text{ m} = 12.121'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo trasdosado} = \frac{391 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 156 \text{ h}$$

2.4.1.9. Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-100.

Teniendo en cuenta las consideraciones de la unidad anterior, a excepción del tamaño de las piezas prefabricadas, cuyas dimensiones se muestran en la siguiente imagen:



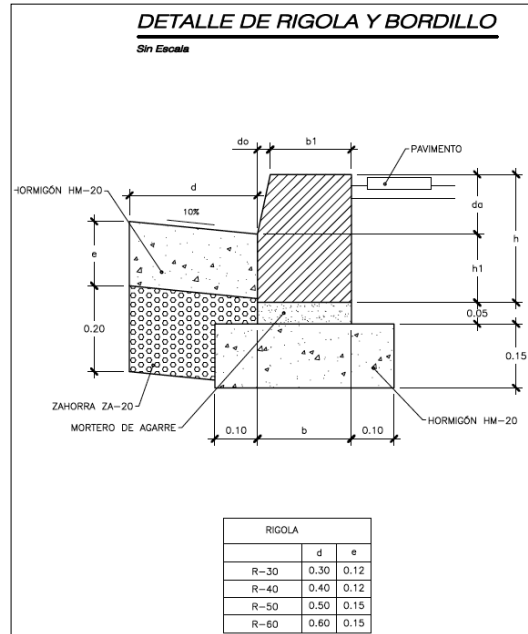
Se ha estimado un coste unitario de 45,00 €/m y un rendimiento de ejecución de 25 m/día, por lo que, para una medición de 10 m, resulta el siguiente coste total y el siguiente tiempo de ejecución:

$$\text{Costes trasdosado} = 45'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} * 10 \text{ m} = 450'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo trasdosado} = \frac{10 \text{ m}}{25 \frac{\text{m}}{\text{día}}} * \frac{10 \text{ h}}{\text{día}} = 4 \text{ h}$$

2.4.1.10. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5.

Esta unidad trata del bordillo de hormigón que se coloca junto con la rígola en los arcones para recoger el agua y llevarlo hasta las bajantes de los terraplenes. Para ello se realiza primero la excavación necesaria para conseguir las dimensiones definidas en el proyecto, posterior a ello se procederá a la regularización y compactación del fondo sobre el que se extenderá la capa de hormigón. Encima de este hormigón de colocará una capa de mortero de agarre, y sobre este se colocarán a mano las piezas del bordillo golpeándolas con un mazo de goma. La separación entre piezas será de 1 cm, se rellenará posteriormente con mortero. Después del relleno de las juntas se procederá al cepillado de las mismas. Los bordillos son muy pesados y difíciles de transportar, la solución a este inconveniente es transportarlos a obra e ir colocándolos justamente al lado de donde vayan a ser colocados definitivamente. A continuación, se vuelve a mostrar una imagen con lo explicado anteriormente.



Para la colocación de este bordillo se supone un rendimiento de 40 m/día y un coste unitario de 21 €/m. Para una medición de 740 m, tenemos un coste total del:

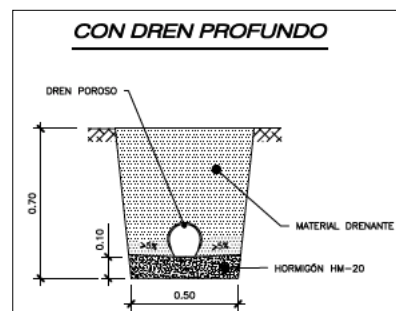
$$\text{Costes bordillo C9 - R5} = 21 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 740 \text{ m} = 15.540'00 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo bordillo C9 - R5} = \frac{740 \text{ m}}{40 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 185 \text{ h}$$

2.4.1.11. Zanja drenante con dren profundo. D-160.

Esta unidad consiste en zanjas rellenas de material drenante adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales se disponen tubos drenantes apoyados sobre un lecho de hormigón en masa.



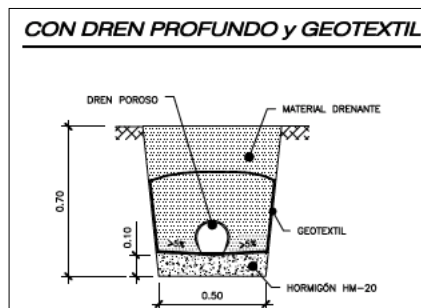
Con un coste directo de 18'00 €/m y un rendimiento de ejecución de 100 metros al día, para una longitud de 861 m, tendremos:

$$\text{Costes zanja drenante con dren} = 18'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 861 \text{ m} = 15.498'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo zanja drenante con dren} = \frac{861 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 86'1 \text{ h}$$

2.4.1.12. Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160.

Esta unidad consiste en zanjas rellenas de material drenante adecuadamente compactado, en el fondo de las cuales se disponen tubos drenantes apoyado sobre un lecho de hormigón en masa y que, normalmente, tras su relleno localizado de tierras se aíslan de las aguas superficiales por medio de una capa impermeable que sella su parte superior.



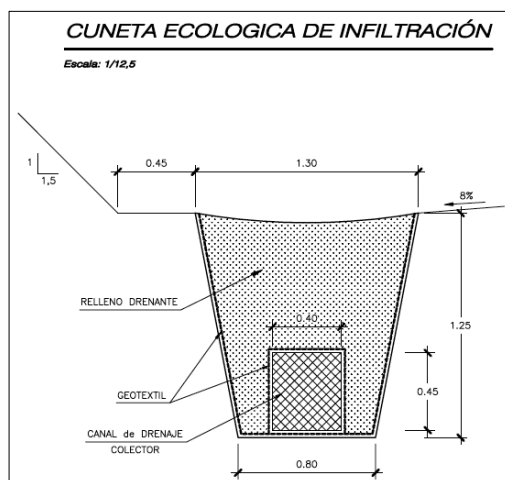
Con un coste directo de 19'00 €/m y un rendimiento de ejecución de 100 metros al día, para una longitud de 369 m, tendremos:

$$\text{Costes zanja drenante con dren y geotextil} = 19'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 369 \text{ m} = 7.011'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo zanja drenante con dren y geotextil} = \frac{369 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 36'9 \text{ h}$$

2.4.1.13. Cuneta ecológica de infiltración con canal-colector sencillo.

Esta unidad consiste en una excavación en zanja ejecutada al pie de los desmontes, que aloja una canal de drenaje en su interior rodeado por relleno drenante, entre el relleno drenante y el terreno se coloca un geotextil para evitar la colmatación de finos en la cuneta.



Con un coste directo de 40'00 €/m y un rendimiento de ejecución de 100 metros al día, para una longitud de 880 m, tendremos:

$$\text{Costes cuneta ecológica} = 40'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 880 \text{ m} = 35.200'00 \text{ €}$$

$$\text{Tiempo cuneta ecológica} = \frac{880 \text{ m}}{100 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 88 \text{ h}$$

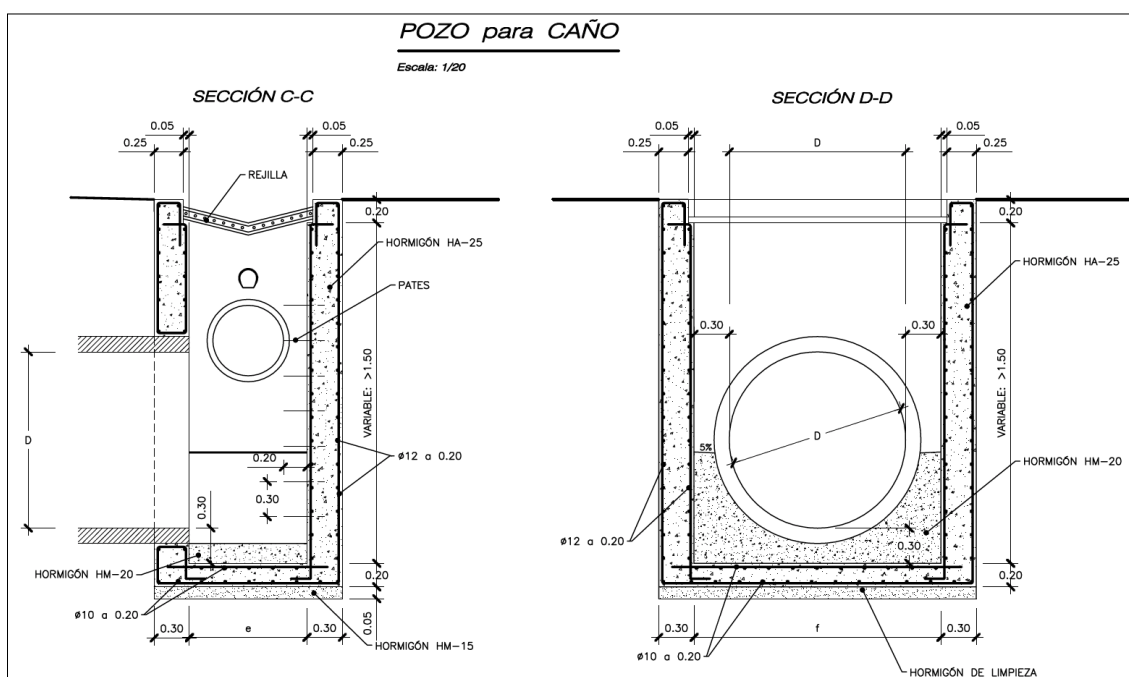
2.4.2. SUBCAPÍTULO 4.2: TUBOS, ARQUETAS Y SUMIDEROS.

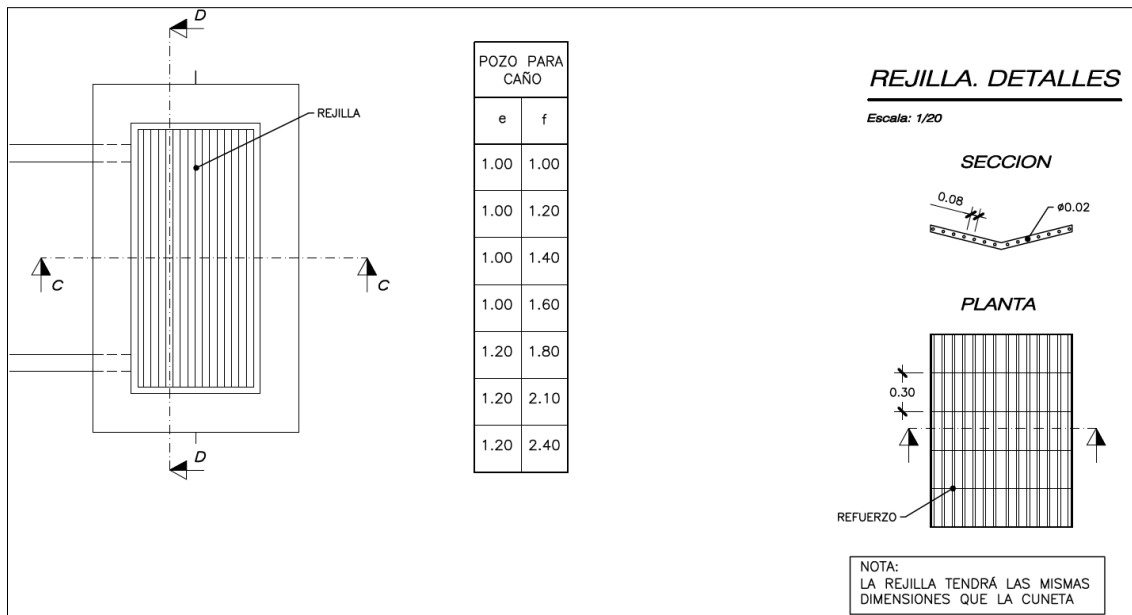
2.4.2.1. Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 100x160 cm², con rejilla.

Un pozo de registro tiene como finalidad evacuar el agua procedente de las cunetas con destino a un tubo colector y recoger el agua procedente del otro lado de la calzada a través de un tubo subterráneo que la atraviesa. Está construido de hormigón se recubre con una tapa o rejilla.

La ejecución de esta unidad de obra incluye las siguientes operaciones:

- Una vez realizada la excavación y compactación de la zona de ubicación del pozo se vierte una capa de hormigón de limpieza de 5 cm. A continuación, se procederá al encofrado, con la colocación correspondiente de las armaduras. Después, se realizará el vibrado y el curado antes de desencofrar.
- Se forma en el fondo de la base una cuna o mediacaña hasta el eje del colector, de forma que encauce los vertidos en su paso a través de la arqueta y sirva de apoyo a los operarios de mantenimiento, debiendo coincidir la cota de la media caña con el punto bajo de la sección del colector. Esta cuña se ejecuta en hormigón en masa, teniendo forma semicircular en la zona de paso de caudales, y una pendiente del 5% hacia dicho paso en la zona de apoyo.
- Las juntas entre los distintos elementos están formadas por dos piezas: una junta deslizante estanca, que podrá ser auto lubricada, y un elemento de apoyo para uniformizar el contacto entre ellos. Cuando los colectores incidentes sean de igual diámetro, sus cotas de rasante hidráulica deben coincidir, mientras que si son de diferente diámetro deben coincidir las cotas de la clave (excepto en el caso en que el conducto de salida tenga el diámetro menor).
- Se termina fijando la tapa de rejilla metálica de la arqueta para evitar el paso de materiales que puedan bloquear el flujo del agua al exterior del firme.





Se estima un coste directo de 1.700'00 € la unidad, para una unidad, resulta un coste total para la unidad de 1.700'00 €.

2.4.2.2. Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 120x210 cm², con rejilla.

Esta unidad es similar a la anterior, pero cambiando las dimensiones.

Se estima un coste directo de 2.300'00 € la unidad, con un total de 4 unidades, resulta un coste total de 9.200'00 €

2.4.2.3. Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1000 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.

Esta unidad corresponde al caño de hormigón armado ubicado en la glorieta de inicio de la traza, se trata de un tubo prefabricado de las dimensiones exigidas que se colocará sobre un lecho de hormigón.

La ejecución de este tubo y de los tubos de las siguientes unidades deben ir acompasados con la ejecución de los movimientos de tierras de sus respectivos lugares de ejecución, ejecutándose anteriores a los terraplenes y posteriores a los desmontes.

Como serán prefabricados y el único trabajo en la obra es extender la base de asiento (será hormigón en masa) y colocar el tubo prefabricado, no se consideran tiempo de ejecución porque no será limitante en el transcurso de la obra.

El coste directo de esta unidad se estima en 200'00 €/m, para una longitud de 12 metros, tendremos el siguiente coste total:

$$\text{Costes tubo hormigón, 1000 mm} = 200'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 12 \text{ m} = 2.400'00$$

2.4.2.4. Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1500 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.

El coste directo de esta unidad se estima en 350'00 €/m, para una longitud de 54 metros, tendremos el siguiente coste total:

$$\text{Costes tubo hormigón, 1500 mm} = 350'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 54 \text{ m} = 18.900'00 \text{ €}$$

2.4.2.5. Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento.

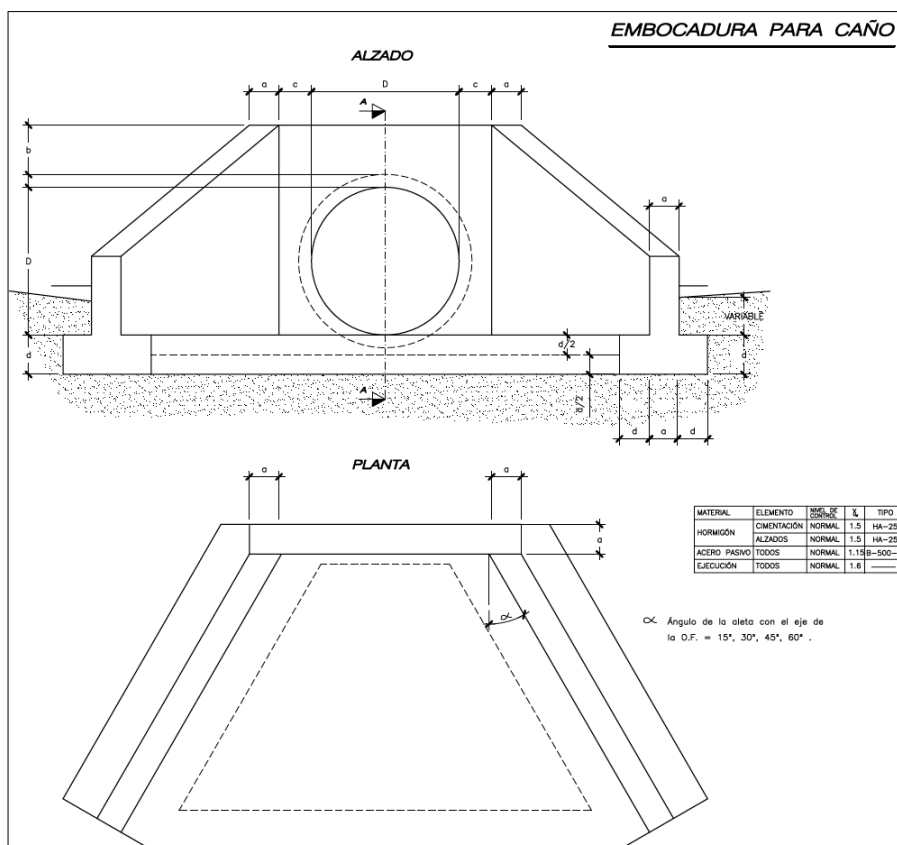
El coste directo de esta unidad se estima en 400 €/m, para una longitud de 138 metros, tendremos el siguiente coste total:

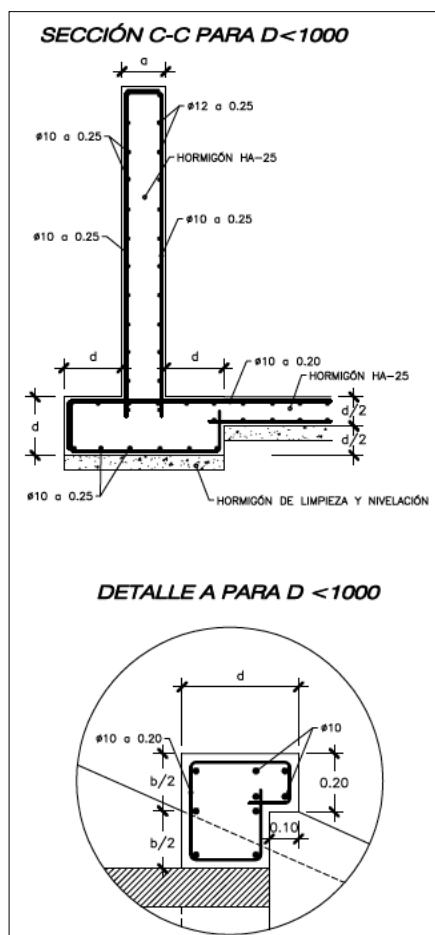
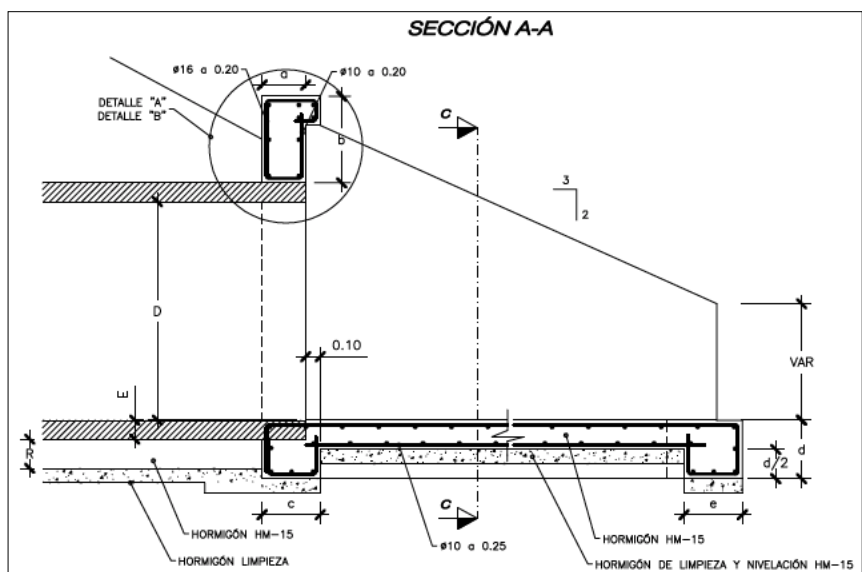
$$\text{Costes tubo hormigón, 1800 mm} = 400'00 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 138 \text{ m} = 55.200'00 \text{ €}$$

2.4.2.6. Boquilla para caño de 1000 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30°.

Esta unidad corresponde a la boquilla colocada en el caño de drenaje transversal para facilitar la evacuación del agua al cauce.

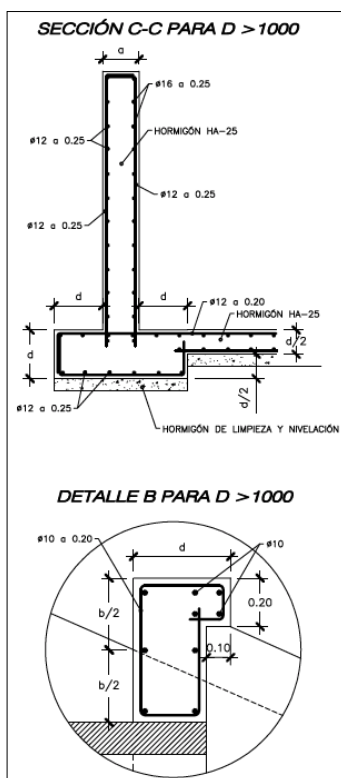
Estas boquillas serán prefabricadas en la obra con las dimensiones indicadas y después transportadas y colocadas en su posición definitiva al mismo tiempo que los tubos de las unidades anteriores.





Su coste unitario es de 1.500'00 €, para una cantidad de una boquilla, el coste total de la unidad es de 1.500'00 €.

2.4.2.7. Boquilla para caño de 1500 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30º.



Se siguen las indicaciones de la unidad anterior.

Su coste unitario es de 2.500'00 €, para una cantidad de cuatro boquillas, el coste total de la unidad es de 10.000'00 €.

2.4.2.8. Boquilla para caño de 1800 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30º.

Se siguen las indicaciones de las unidades anteriores.

Su coste unitario es de 3.300'00 €, para una cantidad de seis boquillas, el coste total de la unidad es de 19.800'00 €.

2.4.2.9. Encachado con cantos de río unidos con hormigón.

Esta unidad corresponde a un relleno que se ejecuta en las embocaduras de los diferentes drenajes transversales, su misión es evitar la erosión edáfica generada por este tipo de obras. Con posterioridad, se procederá al extendido de la tierra vegetal, así como su revegetación posterior tal y como viene recogido en los apartados correspondientes a la integración ambiental.

Su coste unitario se ha estimado en 90 €/m³, para un volumen de 11'25 m³, tendremos un coste total de:

$$\text{Costes encachado} = 90'00 \frac{\text{€}}{\text{m}^3} \cdot 11'25 \text{ m}^3 = 1.012'50 \text{ €}$$



2.4.3. Plazo de ejecución del drenaje.

A la vista de los diferentes plazos de ejecución (los cuales son de pequeña duración) y teniendo en cuenta de que el drenaje es una labor relacionada con la ejecución de las excavaciones y rellenos y con la ejecución de la calzada, se considera que el drenaje no forma parte del camino crítico y que será ejecutado a medida que se ejecutan las explanaciones y después de los firmes.

La ejecución de las cunetas y los bordillos se realiza posterior al extendido de firme para así garantizar la cota del mismo, ya que en caso de ejecutarse el firme después, podrían existir imperfecciones en la junta de unión entre firme y cuneta por la cual el drenaje no se produciría de la forma correcta.

Por las consideraciones anteriores, el tiempo de ejecución del drenaje longitudinal (cunetas y zanjas drenantes) se estima en 20 días de trabajo, coincidiendo su inicio con el final de la ejecución de los firmes. Y el tiempo de ejecución del drenaje transversal estará marcado por la ejecución de las explanaciones. Además, durante las explanaciones, la ejecución de drenaje transversal y longitudinal será continuo.

2.5. CAPÍTULO 5: FIRMES.

En este capítulo se van a definir las diferentes secciones de firme que se emplearán en la ejecución de la obra, así como el proceso constructivo que se seguirá para la ejecución de las mismas.

La ejecución de los firmes se realizará una vez finalizadas las distintas actividades de movimiento de tierras correspondientes a las explanaciones y las diferentes estructuras existentes en la obra.

2.5.1. SUBCAPÍTULO 5.1: CALZADAS Y ARCENES.

En el proyecto se considera una explanada de tipo E-2.

En el proyecto se especifica la categoría de tráfico en los diferentes elementos de la obra:

- Para el tronco: T-31.
- Para la glorieta de conexión con la CA-131 (glorieta el Portillo): T-2.
- Restitución de caminos y accesos: T-41.

Por lo anterior, para el tronco se utilizará la sección de firme 3121, que según indica la instrucción, llevará una capa base de 40 centímetros de zahorra artificial y un pavimento de 16 centímetros de mezcla bituminosa en caliente, en la siguiente imagen se ilustra lo descrito:



Los 16 centímetros de la mezcla bituminosa se repartirán en las siguientes capas:

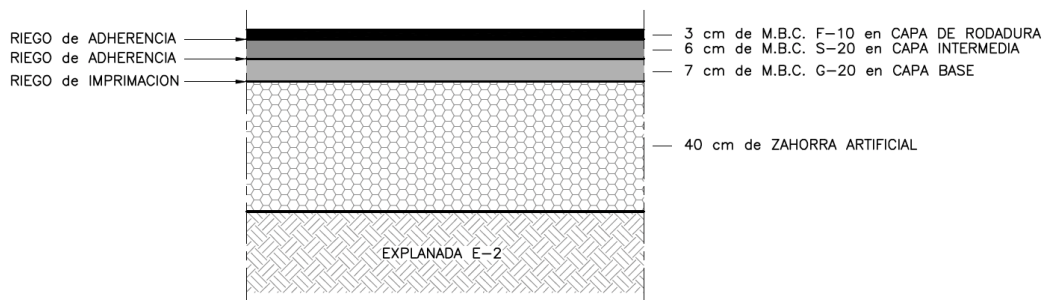
- 7 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 en capa base.
- 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-20 en capa intermedia.
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo F-10 en capa de rodadura.

Entre la zahorra y la primera capa de mezcla bituminosa se aplicará un riego de imprimación para sellar la capa granular frente a la entrada de agua. Entre las capas de mezcla bituminosa se aplicará un riego de adherencia.

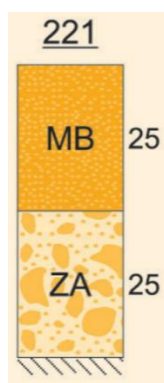
Se muestra la sección tipo para el tronco indicada en los planos del proyecto:

FIRME TIPO en TRONCO (3121)

ESCALA: 1/10



En la glorieta de conexión con la CA-131 se utilizará una sección de firme 221, que llevará una capa base de 25 centímetros de zahorra artificial y un pavimento de 25 centímetros de mezcla bituminosa en caliente. A continuación, se muestra un esquema:



Los 25 centímetros de la mezcla bituminosa se repartirán en las siguientes capas:

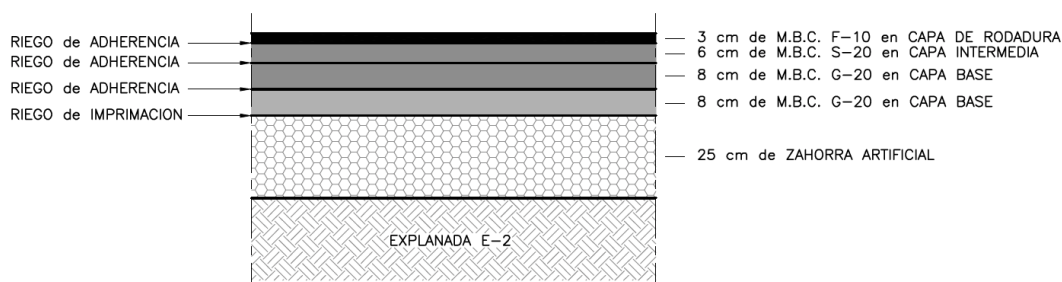
- 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 en capa base.
- 8 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo G-20 en capa base.
- 6 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-20 en capa intermedia.
- 3 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo F-10 en capa de rodadura.

Entre la zahorra y la primera capa de mezcla bituminosa se aplicará un riego de imprimación para sellar la capa granular frente a la entrada de agua. Entre las capas de mezcla bituminosa de aplicará un riego de adherencia.

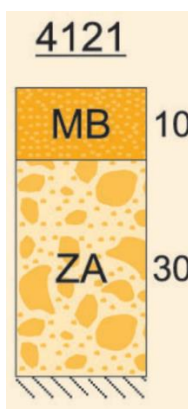
Se muestra la sección tipo para la glorieta indicada en los planos del proyecto:

FIRME TIPO en ROTONDA P.K. 1+620 (221)

ESCALA: 1/10



En los caminos y accesos se ejecutará una sección de firme 4121, que llevará una capa base de 30 centímetros de zahorra artificial y un pavimento de 10 centímetros de mezcla bituminosa en caliente. A continuación, se muestra un esquema:



Los 10 centímetros de la mezcla bituminosa se repartirán en las siguientes capas:

- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-20 en capa intermedia.
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente tipo S-20 en capa de rodadura.

Entre la zahorra y la primera capa de mezcla bituminosa se aplicará un riego de imprimación para sellar la capa granular frente a la entrada de agua. Entre las capas de mezcla bituminosa se aplicará un riego de adherencia.

A continuación, se detallará el procedimiento constructivo de las diferentes secciones. Sobre la explanada, una vez se haya nivelado y compactado, se dispondrán las diferentes capas que forman cada paquete de firmes. Dichas capas, las cuales tienen distinta composición, deberán cumplir lo especificado en el PPTP, tendrán una ejecución objeto de análisis individualizado.

Procedimiento constructivo del tronco:

- 1) Extensión y compactación de la zahorra artificial, capa de 40 centímetros de espesor.
 - La zahorra se extenderá en 2 capas (una de regulación de 10 centímetros y otra de 30 centímetros). La zahorra no se extenderá hasta que finalicen las pertinentes comprobaciones sobre la regularidad y el estado de la superficie sobre la que debe asentarse, ya que ésta debe tener las condiciones de calidad y forma previstas dentro de las tolerancias prefijadas. En los demás casos, antes de extender una tongada se procederá a su homogenización y humectación, si fuese preciso.
 - Una vez acepta la superficie de asiento, se procederá con una primera capa de regulación con un espesor de 10 cm de zahorra artificial, para a continuación, colocar una segunda capa de 30 cm de zahorra artificial.
 - Los perfiles transversales se replantearán cada 10 metros y se nivelarán las estacas (cuya cabeza se coloca a la altura necesaria sirviendo como guía), separadas las mismas 5 metros entre ellas. Para la nivelación se hará uso de la motoniveladora. A medida que la motoniveladora avanza, un operario tendrá que ir descubriendo las estacas al maquinista de la motoniveladora para protegerlas.



- El topógrafo tendrá que nivelar las estacas considerando que con la compactación se pierda aproximadamente un 10% del volumen, luego el terreno no debe ir enrasado exactamente con la cabeza de éstas.
 - Las operaciones de aportación de agua deberán tener lugar antes de iniciar la compactación, ya que después la única aportación posible será la destinada a lograr, en superficie, la humedad necesaria para ejecutar la tongada posterior.
 - Una vez conseguida la humedad necesaria se procederá a compactar la tongada, tal compactación continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la correspondiente al 100% de la máxima del ensayo Próctor modificado. La compactación se hará en función de los resultados obtenidos en un tramo de prueba realizado previamente, el cual tendrá una longitud mínima de 150 metros. La compactación se hará de manera continua y sistemática, si la extensión de la zahorra se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos 15 centímetros de la anterior. La compactación se ejecutará con rodillo compactador.
 - Las zonas las cuales por su pequeña extensión, pendiente o cercanía a obras de paso o de desagüe, muros o estructuras, no permitan el uso del equipo que se esté utilizando normalmente, se compactarán con medios adecuados de modo que las densidades que se consigan no sean menores, en ningún supuesto, a las exigidas en la zahorra en el resto de la tongada.
 - Finalmente, para comprobar la densidad de la zahorra se adoptarán alguno de los ensayos que a continuación se citan: ensayo de placa de carga o ensayo nuclear.
- 2) Aplicación del riego de imprimación.
- El riego de imprimación será una emulsión bituminosa ECI-1 de rotura lenta, su dotación será de 1 kg/m². El riego de imprimación se trata de un ligante bituminoso disuelto en agua que al evaporar el agua se conserva la capa bituminosa.
 - Antes de su puesta hay que preparar la superficie en la que hay que disponer la imprimación, utilizándose para tal efecto barredoras mecánicas, máquinas de aire a presión o cualquier otro medio adecuado para la correcta limpieza de la superficie.
 - Se consigue el sellado de la zahorra artificial, manteniendo su superficie intacta y aislado al interior del agua. Al ser una emulsión de rotura lenta, la extensión de la siguiente capa deberá ser ejecutada al menos 24 horas después de haber aplicado el riego de imprimación.
 - El riego de imprimación se realiza mediante el uso de un camión cisterna con un difusor y un operario que va extendiendo el riego, o con un camión cisterna que incorpore en su parte trasera una barra dosificadora para regular la dotación adecuada.
- 3) Extensión y compactación de la capa base (del pavimento), capa de 7 centímetros de espesor.
- La extensión de la capa base se ejecutará con máquina extendedora. Esta consta de una tolva frontal por donde recibe el aglomerado procedente de un camión bañera, y por la parte trasera tiene un tornillo sin fin por donde va distribuyendo el aglomerado.
 - Para las diferentes capas base, la nivelación se realizará con la ayuda de piquetes y cable. Esto consiste en una varilla de acero hincada en el terreno (de unos 40 ó 50 cm de longitud), la cual lleva atornillada una pletina nivelada que sostiene un

- cable longitudinalmente sobre el que el palpador de la extendedora cogerá referencia.
- La compactación de las capas bituminosas se hará con compactador de rodillo liso para evitar deformaciones en las mismas (roderas) y posteriormente con rodillo compactador de neumáticos.
- 4) Aplicación del riego de adherencia.
- El riego de adherencia será una emulsión bituminosa ECR-1 de rotura rápida, su dotación será de 0'5 kg/m². Se evitará que los camiones circulen sobre este riego.
 - Para la preparación de la superficie se tendrán en cuenta las mismas consideraciones que para los riegos de imprimación.
 - El tiempo de rotura es menor que en los riegos de imprimación.
- 5) Extensión y compactación de la capa intermedia (del pavimento), capa de 6 centímetros de espesor.
- La extendedora a utilizar aquí está dotada de los dispositivos necesarios para extender la mezcla bituminosa en caliente con la geometría y producción previstas. La temperatura de la mezcla en tolva de la extendedora en el momento previo a su extendido no será inferior a 145°C.
 - Es importante que para evitar la formación de puntos fríos la extendedora no se detenga.
 - Después de esto, inmediatamente y con seguimiento de cerca entre equipos con el fin de salvar el enfriamiento, se hace la compactación con un rodillo liso (delantero y trasero, con aportación de agua para evitar que se peguen materiales) con la finalidad de evitar la formación de roderas. Se dejan taludes no coincidentes entre niveles para que no haya problemas de compactación.
 - Durante el proceso de compactado de las capas inferiores a la de rodadura se hacen dos distinciones en cuanto a cómo abordar el problema de las juntas longitudinales:
 - En caliente el tren de compactación puede cerrar las juntas longitudinales.
 - En frío el derrame anterior se corta verticalmente con un disco. Se aplica un riego de adherencia y se extiende la nueva capa, con la consiguiente junta longitudinal.
- 6) Aplicación de otro riego de adherencia, de similar forma que en la fase 4.
- 7) Extensión y compactación de la capa de rodadura (del pavimento), 3 centímetros de espesor.
- En la capa de rodadura se utilizará una única extendedora. Teniendo en cuenta que el ancho de la calzada es de 8 metros y que el ancho máximo de la extendedora es de 6 metros, de estos 6 metros se utilizarán 4 para cada pasada, realizándose una primera pasada por la mañana cubriendo la mitad del ancho y por la tarde se realizará el ancho restante, realizando el sellado de la junta en caliente. A diferencia de la capa anterior en la cual se empleaban, los piquetes, para ésta se utiliza el método de la plancha fija para controlar la nivelación, que se basa en prefijar el espesor, copiando la capa inferior la cual se supone que estará ya bien definida, con la ayuda del palpador ya mencionado y la regla de la propia extendedora que a modo de listón metálico se apoya en el aglomerado. A medida que la extendedora va disponiendo el aglomerado los equipos de compactación irán detrás con el fin de compactar en caliente. La rapidez de seguimiento entre los componentes del equipo de compactación y extensión y



su anchura son de gran importancia para evitar la aparición de juntas las cuales se consideran inadmisibles. Cada equipo de compactación dispondrá de un compactador de rodillo liso vibratorio.

- Por último, para la aprobación y recepción de la obra se debe realizar la comprobación del IRI, la cual consiste en que el mencionado indicador no sobrepase un umbral que se puede establecer en 5 mm/m en el caso de carreteras con velocidad de proyecto en la banda de 90 km/h, tal y como la que se trata en este estudio.

Además de las secuencias constructivas expuestas, hay que considerar la utilización de toldos en los camiones para mantener la temperatura del aglomerado durante el transporte y el extendido. Por regla general, en condiciones de lluvia no se extiende debido a que puede perderse el riego de adherencia, cambiar la humedad o producirse una compactación inadecuada. En el caso de que los camiones se encontrarán cargados y listos para el transporte y extensión, ante una situación meteorológica desfavorable imprevista, se utilizarán los equipos para la ejecución de un trabajo menor exigente, como puede ser la realización de los caminos de acceso a fincas.

Procedimiento constructivo de la glorieta:

- 1) Extensión y compactación de la zahorra artificial, capa de 25 centímetros.
 - La zahorra se extenderá en 2 capas (una de regulación de 10 centímetros y otra de 15 centímetros). Todas las consideraciones relacionadas con la extensión y compactación de la zahorra son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 2) Aplicación del riego de imprimación.
 - Todas las consideraciones relacionadas con la aplicación del riego de imprimación son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 3) Extensión y compactación de una primera capa base (del pavimento), capa de 8 centímetros de espesor.
 - Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa base del pavimento son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 4) Aplicación del riego de adherencia.
 - Todas las consideraciones relacionadas con la aplicación del riego de adherencia son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 5) Extensión y compactación de la segunda capa base (del pavimento), capa de 8 centímetros de espesor.
 - Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa base del pavimento son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 6) Aplicación de otro riego de adherencia, de similar forma que en la fase 4.
- 7) Extensión y compactación de la capa intermedia (del pavimento), capa de 6 centímetros de espesor.
 - Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa intermedia del pavimento son similares a las indicadas en el proceso constructivo del tronco.
- 8) Aplicación de otro riego de adherencia, de similar forma que en las fases 4 y 6.
- 9) Extensión y compactación de la capa de rodadura (del pavimento), 3 centímetros de espesor.
 - Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa de rodadura del pavimento son similares a las indicadas en el proceso constructivo

del tronco a excepción de que en la ejecución de la glorieta existirán dos juntas transversales debido a las fases de ejecución de las bóvedas que le dan forma. Si la dirección de obra decidiera que esto no es lo mejor, se podría cortar el tráfico en dicha zona durante unas horas (por la noche, aunque por la noche no es lo mejor extender aglomerado) para la ejecución de la glorieta sin junta transversal, pero en el proyecto no se contempla el corte de tráfico de más de 15 minutos.

De igual forma que en el caso del tronco, hay que tener en consideración las recomendaciones para que la climatología afecte en la menor medida a nuestro trabajo.

Procedimiento constructivo de los caminos y accesos:

- 1) Extensión y compactación de la zahorra artificial, capa de 30 centímetros.
 - La zahorra se extenderá en 2 capas (una de regulación de 10 centímetros y otra de 20 centímetros). Todas las consideraciones relacionadas con la extensión y compactación de la zahorra son similares a las indicadas en los procesos constructivos del tronco y de la glorieta.
- 2) Aplicación del riego de imprimación.
 - Todas las consideraciones relacionadas con la aplicación del riego de imprimación son similares a las indicadas en los procesos constructivos del tronco y de la glorieta.
- 3) Extensión y compactación de la capa intermedia (del pavimento), capa de 5 centímetros de espesor.
 - En los caminos y accesos no se dispone de capa base en el pavimento.
 - Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa intermedia del pavimento son similares a las indicadas en los procesos constructivos del tronco y de la glorieta.
- 4) Aplicación del riego de adherencia.
 - Todas las consideraciones relacionadas con la aplicación del riego de adherencia son similares a las indicadas en los procesos constructivos del tronco y de la glorieta.
- 5) Extensión y compactación de la capa de rodadura (del pavimento), 5 centímetros de espesor.

Todas las indicaciones relaciones con la extensión y compactación de la capa de rodadura del pavimento son similares a las indicadas en los procesos constructivos del tronco y de la glorieta.

En los apartados siguientes se calculan los tiempos y costes de las unidades de obra correspondientes a las calzadas y arceles.

2.5.1.1. Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados.

Cada equipo de esta unidad estará formado por:

- Motoniveladora (rendimiento de 375 m³/día, 85 €/h) para la extensión.
- Camión basculante de 3 ejes (55 €/h).
- Rodillo compactador (65 €/h).

El rendimiento del equipo está limitado por el de la motoniveladora, el cual es de 375 m³/día):

$$Tiempo\ de\ ZA = \frac{10.405'992\ m^3}{375\ \frac{m^3}{día}} * \frac{10h}{día} = 277'5\ h$$

El coste de la maquinaria se ha obtenido de la siguiente manera:

$$Costes\ motoniveladora = 85\ \frac{€}{h} \cdot 277'5\ h = 23.587'50\ €$$

$$Costes\ compactador = 65\ \frac{€}{h} \cdot 277'5\ h = 18.037'50\ €$$

$$Costes\ unitario\ maquinaria = \frac{23.587'50 + 18.037'50\ €}{10.405'992\ m^3} = 4'00\ €/m^3$$

El coste del transporte, como ya se indicó con anterioridad se cifra en 2 €/m³.

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados	Costes (€/m³)
Mano de obra	1,00
Maquinaria (camión, motoniveladora, compactador)	4,00
Material	11,30
Varios	2,00
Transporte	2,00
Coste directo	20,30

Coste total de la zahorra:

$$Costes\ total\ ZA = 20'30 * 10.405'992\ m^3 = 211.241'64\ €$$

2.5.1.2. Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación.

Esta unidad y la siguiente incluyen además del material, el camión cisterna y el operario del riego de la emulsión. El coste unitario considerado por tonelada es de 450 €. Para una cantidad de 28'369 tn, tendremos un coste de:

$$Costes\ Riego\ Imprimación = 450'00\ \frac{€}{tn} \cdot 28'369\ tn = 12.766'05\ €$$

El camión aplicará el riego de adherencia a primera hora de la jornada correspondiente, tras la cual deberán pasar unas 24 horas hasta poder continuar con la capa de firmes.

2.5.1.3. Árido de cobertura en riego de imprimación.

El árido de cobertura a emplear en el riego de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

Se extiende posterior al riego de imprimación para que absorba el exceso de ligante y puedan circular vehículos sobre la imprimación.

Este material será adquirido en la cantera por un coste de 5 €/tn y el coste del transporte será de 2 €/tn, estos costes se indicaron en el apartado 2.1.5.1. correspondiente a los rellenos. Tiene un coste total de 7 €/tn.

$$\text{Costes árido cobertura} = 7 \frac{\text{€}}{\text{tn}} \cdot 21,213 \text{ tn} = 165'49 \text{ €}$$

Esta unidad no tiene un tiempo de ejecución asociado por su rápida ejecución.

2.5.1.4. Emulsión bituminosa ECR-1 en riego de adherencia.

Esta unidad incluye además del material, el camión cisterna y el operario del riego de la emulsión. El coste unitario considerado por tonelada es de 250 €.

$$\text{Costes Riego Imprimación} = 250'00 \frac{\text{€}}{\text{tn}} \cdot 21,213 \text{ tn} = 5.303'25 \text{ €}$$

2.5.1.5. Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura.

Esta unidad comprende la mezcla bituminosa en capa de rodadura para el tramo de los caminos de acceso.

El coste unitario incluye la mano de obra, maquinaria, transporte y material. El coste unitario será de 32 € la tonelada.

$$\text{Costes mezcla bituminosa, rodadura} = 32 \frac{\text{€}}{\text{t}} \cdot 140'76 \text{ t} = 4504'32 \text{ €}$$

Se estima un rendimiento de extendido de mezcla bituminosa de 600 tn/día:

$$\text{Tiempo extenderora, rodadura} = \frac{140'76 \text{ tn}}{600 \frac{\text{tn}}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 2 \text{ h}$$

2.5.1.6. Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia.

Esta unidad comprende la mezcla bituminosa en capa intermedia para todas las secciones.

El coste unitario incluye la mano de obra, maquinaria, transporte y material; el mismo asciende a 24 € la tonelada.

$$\text{Costes mezcla bituminosa, intermedia} = 24 \frac{\text{€}}{\text{t}} \cdot 3.241'964 \text{ t} = 77.807'14 \text{ €}$$

Se estima un rendimiento de extendido de mezcla bituminosa de 600 tn/día:

$$\text{Tiempo extenderora, intermedia} = \frac{3.241'964 \text{ tn}}{600 \frac{\text{tn}}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 54 \text{ h}$$

2.5.1.7. Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base.

Esta unidad comprende la mezcla bituminosa en capa base para todas las secciones.

$$\text{Costes mezcla bituminosa, base} = 24 \frac{\text{€}}{\text{t}} \cdot 4.401'084 \text{ t} = 105.626'02 \text{ €}$$

Se estima un rendimiento de extendido de mezcla bituminosa de 600 tn/día:

$$\text{Tiempo extenderora, base} = \frac{3.241'964 \text{ tn}}{600 \frac{\text{tn}}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 73 \text{ h}$$

2.5.1.8. Betún de cualquier penetración.

Esta unidad incluye el betún utilizado en las diferentes capas de pavimento.

El coste de betún para cualquier penetración será de 450 €/tn.

$$\text{Costes mezcla bituminosa} = 450 \frac{\text{€}}{\text{tn}} \cdot 346'587 \text{ tn} = 155.964'15 \text{ €}$$

2.5.1.9. Mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura, de 3 cm de espesor.

Esta unidad corresponde a la mezcla bituminosa en capa de rodadura de los tramos de tronco y glorieta.

Esta unidad comprende la MB discontinua en capa de rodadura, cada equipo estará formado por:

- Extendedora (150 €/h).
- Camión bañera (55 €/h).
- Compactador liso (65 €/h).

Se estima un rendimiento de extendido de mezcla bituminosa de 600 tn/día, con una densidad de 2'4 tn/m³, tenemos un rendimiento de 250 m³/día, con un espesor de capa de 3 cm, tenemos 8350 m²/día.

$$\text{Tiempo extenderora, rodadura} = \frac{20.989'196 \text{ m}^2}{8.350 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} * 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 25 \text{ h}$$

Se obtienen unos costes de maquinaria:

$$\text{Costes Extendedora} = 150 \frac{\text{€}}{h} \cdot 25 h = 3.750'00 \text{ €}$$

$$\text{Costes Camión Bañera} = 55 \frac{\text{€}}{h} \cdot 25 h = 1.375'00 \text{ €}$$

$$\text{Costes Compactador} = 65 \frac{\text{€}}{h} \cdot 25 h = 1.625'00 \text{ €}$$

Resultando un coste total de maquinaria:

$$\text{Costes Maquinaria} = 3.750'00 + 1.375'00 + 1.625'00 = 6.750'00 \text{ €}$$

Resultando un coste unitario de la maquinaria:

$$CD \text{ maquinaria} = \frac{6.750'00 \text{ €}}{20.989'196 m^2} = 0'32 \text{ €/m}^2$$

Los costes directos asociados a la ejecución de esta unidad se recogen en la siguiente tabla:

Mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura, de 3 cm de espesor	Costes (€/m3)
Mano de obra	0,16
Maquinaria (camión bañera, extendedora, compactador)	0,32
Material	0,65
Coste directo	1,13

El coste de la mezcla bituminosa resulta:

$$\text{Costes mezcla bituminosa} = 1'13 \frac{\text{€}}{m^2} \cdot 20.989'196 m^2 = 23.717'79 \text{ €}$$

2.5.1.10. Betún asfáltico modificado con polímeros BM-3b.

El coste de betún modificado con polímeros será de 650 €/tn.

$$\text{Costes betún} = 650 \frac{\text{€}}{t} \cdot 34'789 t = 22.612'85 \text{ €}$$

2.5.1.11. Plazo de ejecución de las calzadas y arcenes.

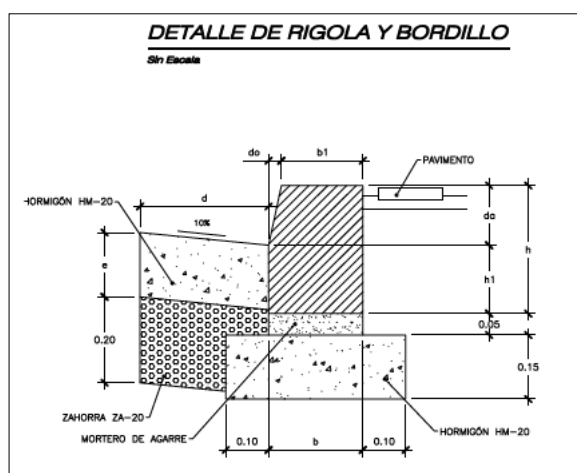
Para el cálculo del mismo se detallan los tiempos de cada unidad a la cual se le ha asignado tiempo, y se le sumará al final un día correspondiente a la rotura del riego de imprimación. Para el resumen de tiempos que indicaré a continuación, los redondearé al alza a los días para asegurar una correcta ejecución de los trabajos, además así incluyo de una forma indirecta diferentes trabajos de la ejecución de firmes como las comprobaciones necesarias y el riego de adherencia.

- Zahorra: 28 días.
- Mezcla bituminosa en capa base: 8 días
- Mezcla bituminosa en capa intermedia: 6 días.
- Mezcla bituminosa en capa de rodadura: 1 día.
- Mezcla bituminosa en caliente tipo F: 3 días.

Los tiempos indicados suman 46 días, más el día del riego de imprimación y redondeando, **48 días**, 10 semanas, 2 meses y medio.

2.5.2. SUBCAPÍTULO 5.2: ISLETAS Y ACERAS.

Como ya se explicó en un artículo anterior de este mismo documento, para la ejecución de los bordillos, los cuales serán todos de hormigón, se realizará primero la excavación necesaria para conseguir las dimensiones definidas en el proyecto, posterior a ello se procederá a la regularización y compactación del fondo sobre el que se extenderá la capa de hormigón. Encima de este hormigón se colocará una capa de mortero de agarre, y sobre este se colocarán a mano las piezas del bordillo golpeándolas con un mazo de goma. La separación entre piezas será de 1 cm, se rellenará posteriormente con mortero. Después del relleno de las juntas se procederá al cepillado de las mismas. Los bordillos son muy pesados y difíciles de transportar, la solución a este inconveniente es transportarlos a obra e ir colocándolos justamente al lado de donde vayan a ser colocados definitivamente. A continuación, se muestra una imagen con lo explicado anteriormente.

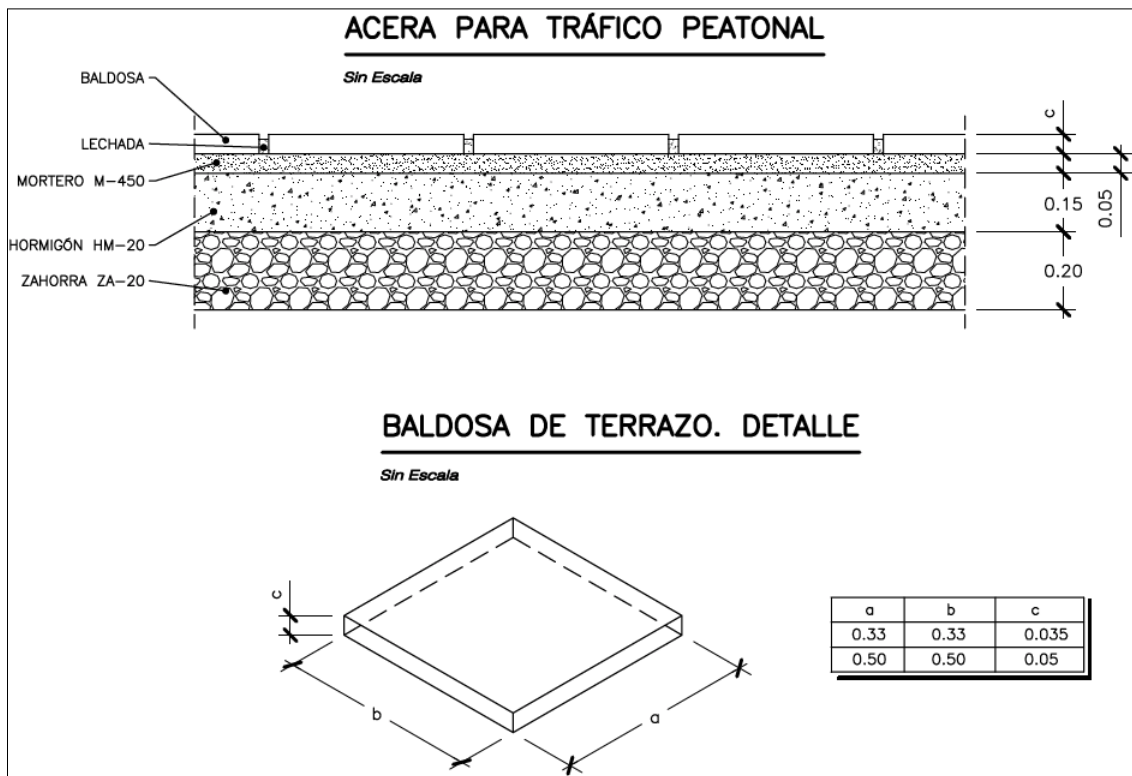


En cuanto a la ejecución de las aceras, se realizarán con baldosa de terrazo bicapa con 5 cm de espesor, esta ejecución será posterior a la realización de los bordillos correspondientes. Se trata de regularizar la superficie de hormigón en masa en primer lugar y cuando éste endurezca se dispone de una capa de mortero para inmediatamente después colocar las baldosas de la acera. Una vez colocadas las baldosas, se alinean y se les da unos golpecitos con una maza de goma para que cuando el mortero fragüe las baldosas se agarren al mismo. Para acabar, una vez que el mortero haya fraguado, se realizan las juntas entre baldosas.

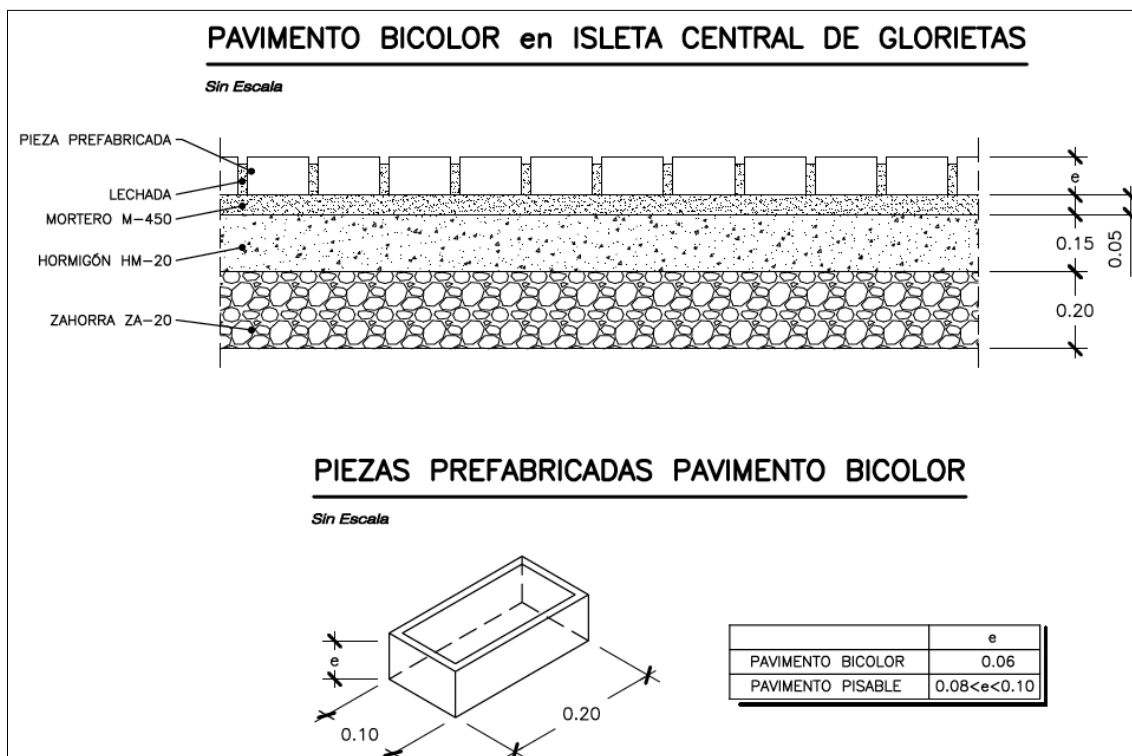
La ejecución de los diferentes pavimentos es muy similar, se vierte una capa de hormigón en masa para regularizar la superficie de zahorra, después se dispone de una capa de mortero a la cual se adhieren las piezas de adoquinado durante el fraguado, y para finalizar, una vez fraguado el mortero se rellenan de lechada las juntas entre piezas. Tenemos la excepción de que en el “Pavimento pisable en isleta central de glorietas” existe una malla de acero en la cara superior del hormigón.

En cuanto a la disposición de pavimentos, en la obra tenemos las secciones tipo siguientes:

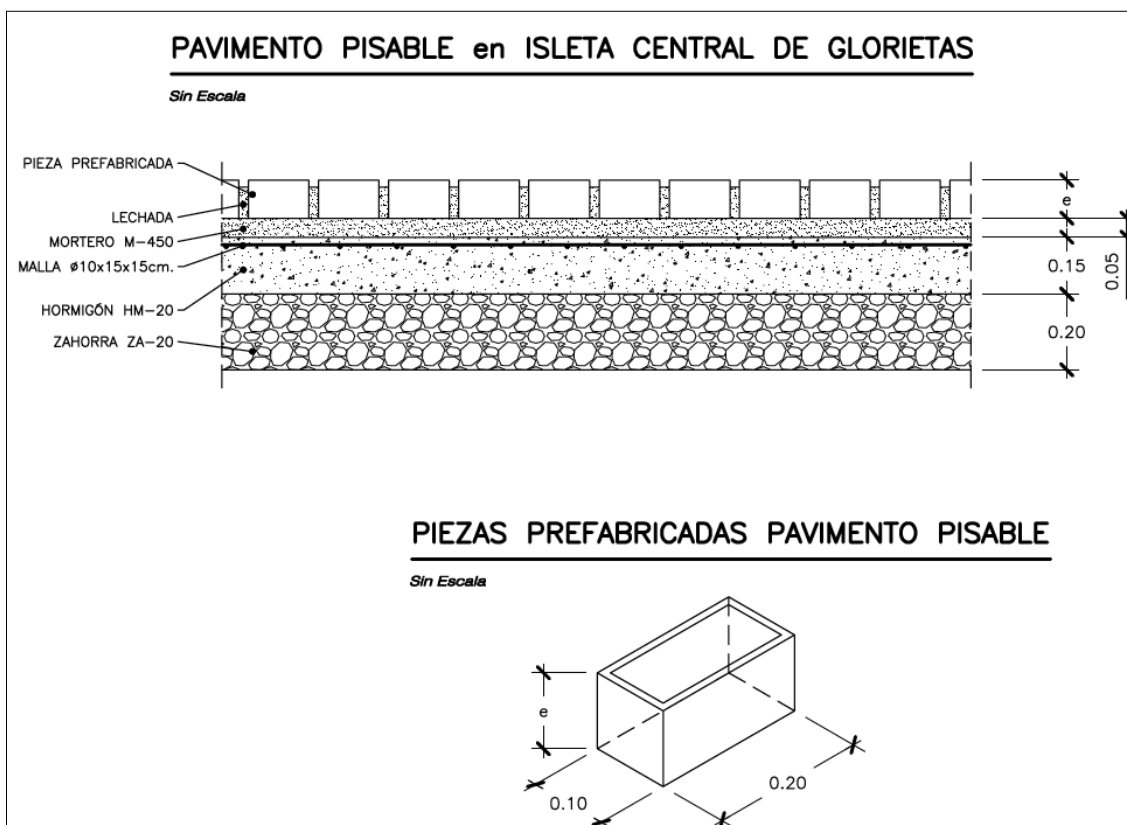
- 1) Acera para tráfico peatonal.



- 2) Pavimento bicolor en isleta central de glorietas.



3) Pavimento pisable en isleta central de glorietas.



- 4) En el tablero de los puentes, la ejecución de la acera es similar, pero con algunas diferencias. No se utiliza zahorra para apoyar el hormigón, sino que a partir de las esperas dejadas en el hormigonado de la losa se colocarán las impostas con las barras de anclaje de la barrera metálica y después se hormigona el conjunto. Una vez vertida la solera de hormigón el procedimiento es análogo al descrito anteriormente.

2.5.2.1. Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.

La colocación de esta unidad requiere de un equipo formado por dos oficiales y un ayudante, estimando el rendimiento de colocación en 40 m²/día.

Su coste unitario es de 40 €/m², con una medición de 173'65 m², resulta un coste total de:

$$\text{Costes pavimento peatonal} = 40 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 173'65 \text{ m}^2 = 6.946'00 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo pavimento peatonal} = \frac{173'65 \text{ m}^2}{40 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 43'4 \text{ h}$$



2.5.2.2. Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón.

La colocación de esta unidad requiere de un equipo formado por dos oficiales y un ayudante, estimando el rendimiento de colocación en 40 m²/día.

Su coste unitario es de 50 €/m², con una medición de 209'278 m², resulta un coste total de:

$$\text{Costes pavimento vehículos} = 50 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 209'278 \text{ m}^2 = 10.463'90 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo pavimento vehículos} = \frac{209'278 \text{ m}^2}{40 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 52'3 \text{ h}$$

2.5.2.3. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa A2-R5.

Para la colocación de este bordillo se supone un rendimiento de 40 m/día y un coste unitario de 15 €/m. Para una medición de 210'5 m, tenemos un coste total del:

$$\text{Costes bordillo A2 – R5} = 15 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 210'5 \text{ m} = 3.157'50 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo bordillo A2 – R5} = \frac{210'5 \text{ m}}{40 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 52'6 \text{ h}$$

2.5.2.4. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5.

Para la colocación de este bordillo se supone un rendimiento de 40 m/día y un coste unitario de 18 €/m. Para una medición de 100 m, tenemos un coste total del:

$$\text{Costes bordillo C5 – R5} = 18 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 100 \text{ m} = 1.800'00 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo bordillo C5 – R5} = \frac{100 \text{ m}}{40 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 25 \text{ h}$$

2.5.2.5. Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5.

Para la colocación de este bordillo se supone un rendimiento de 40 m/día y un coste unitario de 21 €/m. Para una medición de 221'49 m, tenemos un coste total del:

$$\text{Costes bordillo C9 – R5} = 21 \frac{\text{€}}{\text{m}} \cdot 221'49 \text{ m} = 4.651'29 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo bordillo C9 – R5} = \frac{221'49 \text{ m}}{40 \frac{\text{m}}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 55'4 \text{ h}$$



2.5.2.6. Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor.

La colocación de esta unidad requiere de un equipo formado por dos oficiales y un ayudante, estimando el rendimiento de colocación en 40 m²/día.

Su coste unitario es de 35 €/m², con una medición de 100 m², resulta un coste total de:

$$\text{Costes acera baldosa} = 35 \frac{\text{€}}{\text{m}^2} \cdot 100 \text{ m}^2 = 3.500'00 \text{ €}$$

Y un tiempo de ejecución de:

$$\text{Tiempo pavimento peatonal} = \frac{100 \text{ m}^2}{40 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{día}} = 25 \text{ h}$$

2.5.2.7. Plazo de ejecución de isletas y aceras.

Se detalla un resumen de los plazos de ejecución de las diferentes unidades.

- Pavimento peatonal: 4'3 días.
- Pavimento para vehículos: 5'2 días.
- Bordillo A2-R5: 5'3 días.
- Bordillo C5-R5: 2'5 días.
- Bordillo C9-R5: 5'5 días.
- Acera: 2'5 días.

La ejecución de estos trabajos se realizará posterior a la ejecución de la calzada. Todos los trabajos de isletas y aceras pueden estar solapados por ser independientes, por lo que el plazo de este subcapítulo es el del mayor trabajo que le corresponde, **6 días**.

2.5.3. Plazo de ejecución de firmes.

Como se ha detallado primero se ejecutarán las calzadas y los arcenes (48 días) y después las isletas y aceras (6 días), sumando en total casi **54 días**, 11 semanas, casi 3 meses.

2.6. CAPÍTULO 6: SEÑALIZACIÓN, BALIZAMIENTO Y DEFENSA.

Se trata de todos los elementos que sirven para dar servicio a la carretera una vez abierta al tráfico. Todos estos elementos son de suma importancia y de características esenciales para una buena seguridad vial.

Este capítulo se divide en tres principales grupos:

- Marcas viales provisionales.
- Señalización vertical y balizamiento.
- Barreras de seguridad.

Los tipos de pintura a utilizar en la ejecución de las marcas viales serán de pintura acrílica con base de agua al término de la obra y pintura plástica de aplicación en frío de dos componentes para los símbolos e inscripciones y pintura termoplástica en caliente para el resto de las marcas tras la finalización del periodo de garantía.

Se definen como señales, carteles y paneles complementarios de circulación retro reflectantes, el conjunto de elementos destinados a informar, ordenar o regular la circulación del tráfico por carretera y en los que se encuentran inscritas leyendas y/o pictogramas.

Se definen como elementos de balizamiento aquellos dispositivos, de distinta forma, color y tamaño, instalados de forma que sean elementos fácilmente perceptibles por el conductor, con objeto de destacar la presencia de los límites de obra y ordenaciones de la circulación a que den lugar.

Se definen como defensas y barreras de seguridad los sistemas de contención de vehículos, instalados en los márgenes de las carreteras cuya finalidad es proporcionar un cierto nivel de contención de un vehículo fuera de control.

La ejecución de las señales permanentes se llevará a cabo una vez dispuesto el firme, y con una celeridad que su ejecución no dure más de semana y media.

Todos estos trabajos se subcontratan a una empresa especializada. Aparte, en este capítulo no se va a justificar los precios de cada unidad de obra ya que se parte de la condición de que el coste directo de cada actividad que se vaya a ejecutar es un 70% del precio de ejecución material.

El coste de este capítulo será de un 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que será:

$$\text{Coste señalización, balizamiento y defensa} = 07 \cdot 83.094'75 \text{ €} = 58.166'33\text{€}$$

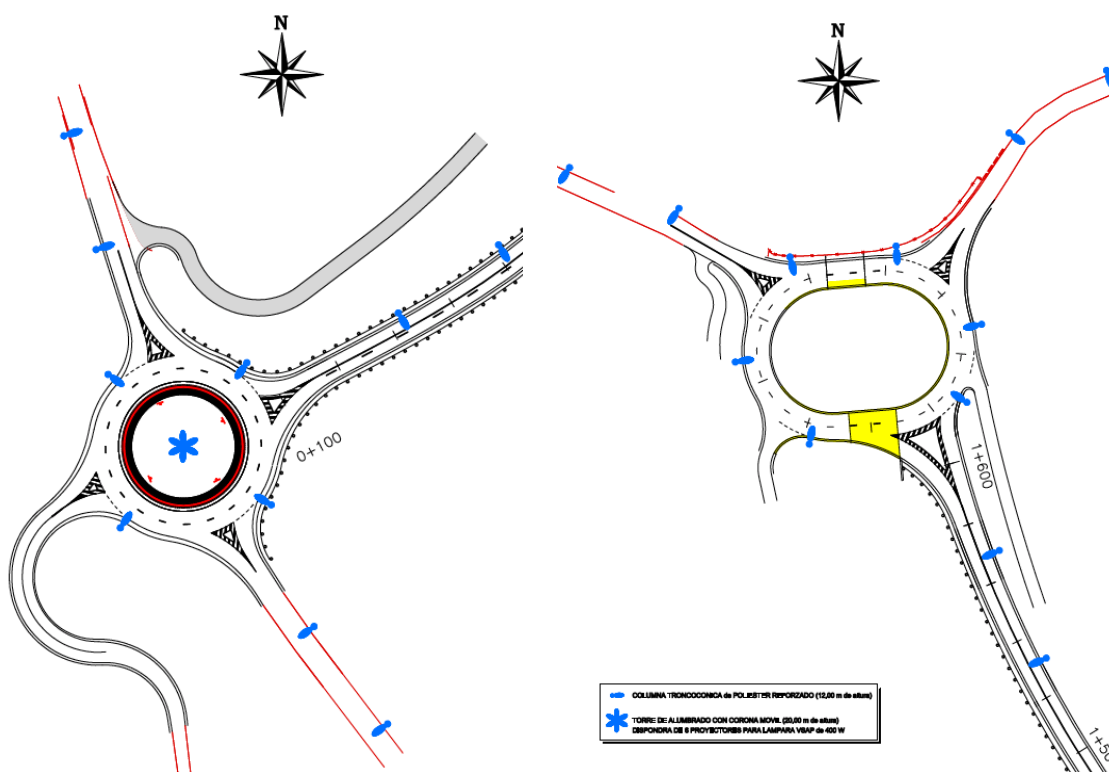
2.7. CAPÍTULO 7: ILUMINACIÓN.

La iluminación proyectada se limita a las glorietas de inicio y final del tramo.

En la isleta central de la glorieta de inicio del tramo se coloca una torre de alumbrado de 20 m de altura provista de 6 proyectores con lámparas VSAP de 400 W, y columnas de 12 m de alto provistas de luminaria con lámpara VSAP de 250 W en los ramales de acceso.

La glorieta de final del tramo se ilumina mediante columnas de 12 m de alto provistas de luminarias con lámpara VSAP de 250 W en su contorno y en los ramales de acceso.

Incluyendo la canalizaciones y conducciones precisas, así como los equipos de transformación y control.



Este capítulo se clasifica en las siguientes categorías:

- Obra civil.
- Columnas y luminarias.
- Material eléctrico.

Todos estos trabajos se subcontratan a una empresa especializada. Aparte, en este capítulo no se va a justificar los precios de cada unidad de obra ya que se parte de la condición de que el coste directo de cada actividad que se vaya a ejecutar es un 70% del precio de ejecución material.

El coste de este capítulo será de un 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\text{Coste iluminación} = 0'7 \cdot 70.911'88 \text{ €} = 49.638'32 \text{ €}$$

2.8. CAPÍTULO 8: RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.

En el proyecto y en el presupuesto del mismo se incluyen las actuaciones preventivas, correctoras y compensadoras adecuadas para una obra como la objeto, tendentes a minimizar los impactos medioambientales en la zona afectada por las obras durante su ejecución y una vez finalizada la misma.

Las medidas planteadas se clasifican en:

- Medidas ambientales preventivas de carácter general.
- Medidas ambientales durante la fase de diseño.
- Medidas preventivas específicas.
 - Medidas para la protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas.
 - Medidas para la protección de la atmósfera.
 - Medidas para la protección contra el ruido.
 - Medidas para la protección de los suelos y la vegetación.
 - Medidas para la protección de la fauna.
 - Medidas para la gestión de residuos.
 - Medidas para la protección del Patrimonio arqueológico.
 - Medidas de restauración.

Las actuaciones de este capítulo en el presupuesto del proyecto se clasifican en:

- Preparación y siembras.
- Plantaciones.
- Seguimiento arqueológico y medioambiental.

Todos estos trabajos se subcontratan a una empresa especializada. Aparte, en este capítulo no se va a justificar los precios de cada unidad de obra ya que se parte de la condición de que el coste directo de cada actividad que se vaya a ejecutar es un 70% del precio de ejecución material.

El coste de este capítulo será de un 70% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\text{Coste restauración paisajística} = 0{,}7 \cdot 208.847{,}43 \text{ €} = 146.193{,}20 \text{ €}$$

2.9. CAPÍTULO 9: VARIOS.

Se contempla el cerramiento del tramo en variante, en ambas márgenes, con un cierre metálico de malla anudada al borde de la zona de dominio público. Este cerramiento se dispondrá de manera que deje expedito el paso bajo los puentes y a través de todas las obras de fábrica de paso y de drenaje (incluyendo los tubos), para permitir el paso de la fauna y reducir el efecto de barrera. Además, a intervalos regulares se colocarán dispositivos de escape que permitan el paso de animales en un solo sentido, para permitir la salida de los que queden accidentalmente atrapados tras el cerramiento.

Se incluye en el presupuesto el refuerzo de las conducciones de abastecimiento de agua, saneamiento y gas que puedan verse afectadas por las obras proyectadas.

Las actuaciones de este capítulo en el presupuesto del proyecto se clasifican en:

- Cerramientos.
- Protección de tuberías.

El coste de este capítulo será de un 90% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\text{Coste varios} = 0'9 \cdot 107.015'20 \text{ €} = 96.313'68 \text{ €}$$

2.10. CAPÍTULO 10: ACTUACIONES DURANTE EL PERIODO DE GARANTÍA.

Corresponde al conjunto de actuaciones destinadas a la conservación de la obra lineal durante la duración del periodo de garantía.

Las actuaciones de este capítulo en el presupuesto del proyecto se clasifican en:

- Limpieza de cunetas y firmes.
- Siegas y desbroces.
- Marcas viales definitivas.
- Mantenimiento de señalización, balizamiento, defensa e iluminación.

El coste de este capítulo será de un 100% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\begin{aligned} \text{Coste actuaciones durante el periodo de garantía} &= 1'0 \cdot 33.562'67 \text{ €} \\ &= 33.562'67 \text{ €} \end{aligned}$$

2.11. CAPÍTULO 11: SEÑALIZACIÓN DE OBRA.

Recoge las actividades de señalización provisional realizadas por una empresa subcontratada durante la ejecución de las obras con el objetivo de evitar las interferencias que se producirán del tráfico de las obras. Se estará siempre a lo recogido en la norma 8.3-IC “Señalización de obras”, así como en las publicaciones de la Dirección General de Carreteras “Manual de ejemplos de señalización de obras fijas” y “Señalización móvil de obras” ambas de la “serie monografías”.

Se emplearán marcas viales de uso temporal, de pintura acrílica y de color amarillo o naranja dependiendo de las circunstancias climatológicas. Se ejecutará su aplicación con base en agua; y si fuera una futura marca de carácter permanente, se procedería con una segunda aplicación.

Estas señales se emplean para alertar a los conductores del tránsito por una zona copada por grandes máquinas y camiones, con la posible pérdida o vertido de tierras por la calzada en uso. Serán de gran importancia las alertas que den información luminosa en tiempo de noche. Las señales se harán con apoyo metálico temporal o con una pequeña cimentación a base de algo de excavación y mortero, que mejore su estabilidad y su



perduración durante la época de obra. Además de las señales, el equipo también lo compondrán captafaros, luces intermitentes, conos de PVC y semáforos.

Las actuaciones de este capítulo en el presupuesto del proyecto se clasifican en:

- Marcas viales de obra.
- Señalización vertical y balizamiento de obra.

El coste de este capítulo será de un 80% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\text{Coste señalización de obra} = 0'8 \cdot 16.398'03\text{€} = 13.118'42\text{€}$$

2.12. CAPÍTULO 12: PARTIDAS ALZADAS.

Este apartado corresponde a las partidas alzadas consideradas en el presupuesto del proyecto, entre las cuales se encuentran la partida correspondiente a seguridad y salud, y la partida correspondiente a la limpieza y terminación de las obras previas a la recepción provisional de la misma.

El coste de este capítulo será de un 100% del valor del presupuesto de ejecución material del proyecto, de modo que:

$$\text{Coste partidas alzadas} = 1'0 \cdot 48.997'10 \text{ €} = 48.997'10 \text{ €}$$

2.13. PLAN DE OBRA.

Antes de describir las dos opciones de plan de obra, se recuerdan los tiempos de ejecución de los diferentes trabajos:

Capítulo 1: Explanaciones.

- Trabajos preliminares: 30 días.
- Excavaciones: 120 días.
- Rellenos: 130 días.

Capítulo 2: Muros.

- Muros vegetados: 27 días
- Muros de escollera: 23 días.
- Muros de hormigón en masa: 32 días.

Capítulo 3: Estructuras, incluyendo las pruebas de carga.

- Estructura 1, puente de 55 metros: 68 días.
- Estructura 2, puente de 90 metros: 78 días.
- Estructura 3, bóveda Norte: 40 días.
- Estructura 4, bóveda Sur: 41 días.

Capítulo 4: Drenaje.

Durante la ejecución de los movimientos de tierra.

Capítulo 5: Firmes

- Calzadas y arcenes: 48 días.
- Isletas y aceras: 6 días.

La Señalización de Obra, Restauración Ambiental, Reposición y Varios, Gestión de Residuos de Construcción y Demolición y la Seguridad y Salud se llevarán a cabo durante toda la obra.

La Señalización, Balizamiento y Defensa, la Iluminación y la Partida Alzada de limpieza comenzarán al término de la ejecución de Firmes y conllevarán aproximadamente un mes y medio (30 días).

La obra comenzará con la ejecución de los trabajos preliminares (30 días); una vez finalizados estos se comenzarán a ejecutar las excavaciones (120 días) y rellenos (130 días), ambos se pueden ejecutar a la vez, resultando limitante el valor de los rellenos.

Al mismo tiempo que se comienza con la ejecución de los movimientos de tierras se comienza la bóveda Sur (41 días), seguido de la Norte (40 días), seguido del puente de 55 metros (68 días), seguido del puente de 90 metros (78 días). En esta primera opción, teniendo en cuenta que las pruebas de carga se realizan de cara a la apertura de las obras al servicio público, y esto sólo nos afecta entre las bóvedas, y el aprovechamiento tiempos muertos, el plazo de ejecución de las estructuras es de 156 días.

En cuanto a la ejecución de los muros, el muro de escollera (23 días) no guarda relación con los otros dos, pudiendo comenzar una vez esté ejecutada la explanación. El muro de hormigón en masa (32 días) podrá comenzar cuando el vegetado haya finalizado, ya que

se encuentra sobre el trasdós del mismo. Pero el vegetado acabará a la vez que las explanaciones, ya que al fin y al cabo forma parte de las mismas. Por tanto, existirá una condición de fin-fin entre el muro vegetado y las explanaciones, momento en el cual comenzarán los otros dos muros.

El drenaje transversal con el movimiento de tierras, al igual que el drenaje longitudinal con los firmes.

Seguido a la finalización de los muros y las estructuras se ejecutarán los firmes (54 días), para que los equipos encargados del mismo no tengan impedimentos a la hora de realizar un trabajo continuo y regular.

La señalización de obra, restauración paisajística, varios, gestión de residuos de construcción y demolición y la seguridad y salud se llevarán a cabo durante toda la obra.

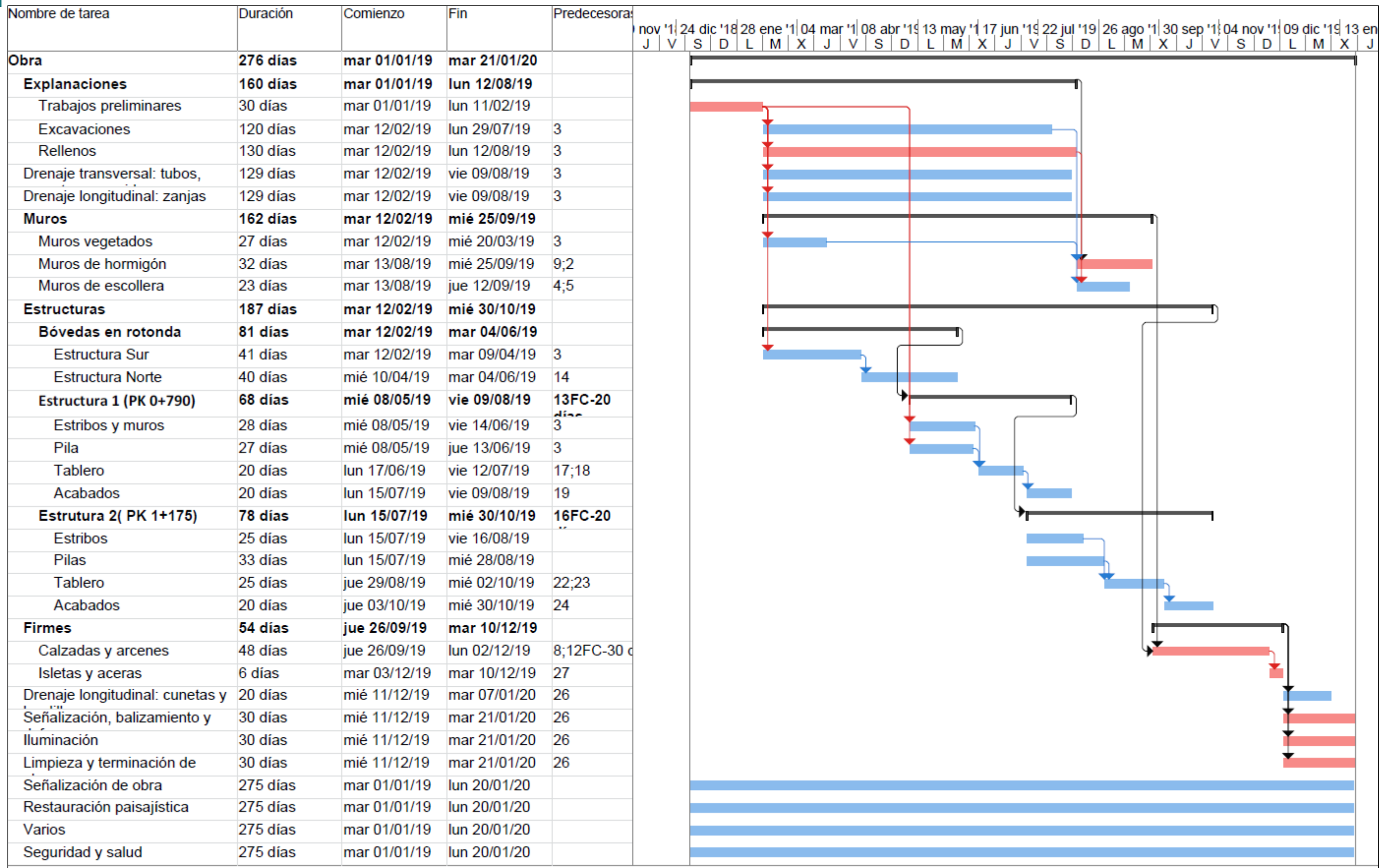
La señalización, balizamiento y defensa, la iluminación y la partida alzada de limpieza comenzarán al término de la ejecución de firmes y conllevarán aproximadamente 20 días de trabajo.

Por lo tanto, el camino crítico lo formarán:

- 1) Trabajos preliminares, **30 días**.
- 2) Estructuras (156 días)
o
Los rellenos (130 días) más el muro de hormigón en masa (32 días), **162 días**.
192 días acumulados.
- 3) Firme, 54 días. 246 días acumulados.
- 4) Trabajos de finalización, 30 días. 276 días acumulados.

Se ha calculado un plazo de 276 días acumulados, lo cual son 12 meses y medio, pero debido a la climatología adversa que probablemente exista durante algunos periodos de la obra, asumo que el plazo de ejecución será de 14 meses.

En la realización del diagrama Gantt que se mostrará a continuación, introduciré los tiempos muertos de las estructuras como una relación de precedencia entre el final de las mismas y el comienzo de la extensión de los firmes con un solape de 30 días (20 por los acabados con la prueba de carga y 10 por los tiempos muertos).



3. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA OBRA.

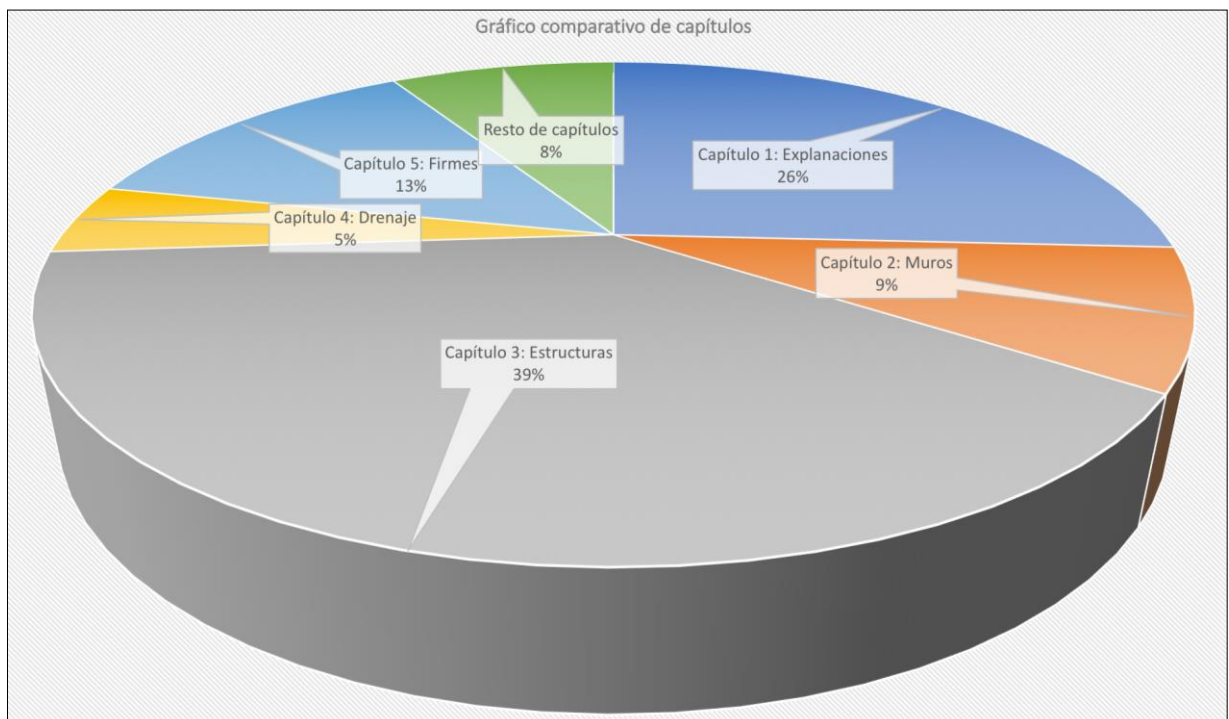


En este apartado se incluirá un análisis por capítulos del mismo para identificar cuáles son los más importantes desde el punto de vista económico y si estos valores son aceptables para una obra de esta índole. También se muestra una comparativa entre los precios de ejecución material de proyecto y los costes directos calculados durante la elaboración de este trabajo.

En otro apartado más adelante, se calculará el coeficiente de adjudicación con el que se presentaría la oferta económica sin incurrir en pérdidas.

Lo primero que se muestra es el análisis por capítulos, en este aparecen los costes directos imputados a cada capítulo y el porcentaje que los mismos representan dentro del total:

Capítulo	C.D. (€)	Porcentaje
Capítulo 1: Explanaciones	1361785,51	25,9%
Capítulo 2: Muros	468213,55	8,9%
Capítulo 3: Estructuras	2059554,58	39,1%
Capítulo 4: Drenaje	243567,50	4,6%
Capítulo 5: Firmes	687779,83	13,1%
Resto de capítulos	445989,72	8,5%
Total	5266890,69	



A la vista de los resultados, el capítulo con mayor valoración económica es el correspondiente a las estructuras, seguido de las explanaciones y los firmes, estos valores son lógicos debido a que en la obra existen varias estructuras.



A continuación, se muestra una tabla comparativa entre los precios de ejecución material del proyecto para los diferentes capítulos y los costes directos calculados en el trabajo. Aparecen los porcentajes que cada subcapítulo tiene dentro de la valoración económica total, y los porcentajes de los capítulos que se mostraron con anterioridad

Capítulo	Capítulo	P.E.M. (€)	C.D. (€)	Variación (€)	Porcentaje de los C.D. (%)
	Subcapítulo				
Capítulo 1	Explanaciones	849446,73	1361785,51	-512338,78	25,9%
	Trabajos preliminares	67951,59	65383,75	2567,84	1,2%
	Excavaciones	511488,73	842072,96	-330584,23	16,0%
	Rellenos	270006,40	454328,80	-184322,40	8,6%
Capítulo 2	Muros	559446,35	468213,55	91232,80	8,9%
	Muros vegetados	166178,10	152420,00	13758,10	2,9%
	Muros de escollera	290025,45	202743,66	87281,79	3,8%
	Muros de hormigón en masa	103242,80	113049,89	-9807,09	2,1%
Capítulo 3	Estructuras	2409466,64	2059554,58	349912,05	39,1%
	Estructura 1 (PK 0+790)	1072018,48	916831,25	155187,23	17,4%
	Estructura 2 (PK 1+175)	1027785,84	850221,83	177564,01	16,1%
	Bóvedas en rotonda (PK 1+620)	309662,32	292501,50	17160,82	5,6%
	Estructura Norte	124485,05	118789,12	5695,93	2,3%
	Estructura Sur	185177,27	173712,38	11464,89	3,3%
Capítulo 4	Drenaje	261062,38	243567,50	17494,88	4,6%
	Cunetas y zanjas drenantes	134283,77	123855,00	10428,77	2,4%
	Tubos, arquetas y sumideros	126778,61	119712,50	7066,11	2,3%
Capítulo 5	Firmes	663539,89	687779,83	-24239,94	13,1%
	Calzadas y arcenes	627135,53	657261,14	-30125,61	12,5%
	Isletas y acerras	36404,36	30518,69	5885,67	0,6%
Capítulo 6	Señalización, balizamiento y defensa	83094,75	58166,33	24928,43	1,1%
Capítulo 7	Iluminación	70911,88	49638,32	21273,56	0,9%
Capítulo 8	Restauración paisajística	208847,43	146193,20	62654,23	2,8%
Capítulo 9	Varios	107015,20	96313,68	10701,52	1,8%
Capítulo 10	Limpieza de cunetas y firmes	33562,67	33562,67	0,00	0,6%
Capítulo 11	Señalización de obra	16398,03	13118,42	3279,61	0,2%
Capítulo 12	Partidas alzadas	48997,10	48997,10	0,00	0,9%
Total		5311789,04	5266890,69	44898,36	

De esta comparación se observa que en el movimiento de tierras se pierde mucho dinero, el balance los muros es bueno excepto el de hormigón en masa que es negativo, las estructuras se defienden bien al igual que el drenaje, en los firmes se pierde dinero, y en el resto de los capítulos se gana.

En un anejo al final del documento se incluye el desglose del presupuesto elaborado para realizar el análisis económico comentado. En este desglose se incluyen los precios de proyecto y los costes directos estimados para cada unidad de obra descrita en el trabajo.

3.1. Coeficiente de adjudicación.

Este apartado incluye el análisis económico de la obra, con el cual se calcula el coeficiente de adjudicación con el cual se presentaría la oferta junto con el plazo del plan de obra.

Datos:

Presupuesto de Ejecución Material (PEM): 5,311.789'04 €

Gastos Generales (GG): 13%

Beneficio Industrial (BI): 6%

Costes Directos (CD): 5,266.890'69 €

Plazo de ejecución (P): 14 meses

Gastos de Gestión Interna (GGI): 25.000 €/mes

Tasas de Estructura (TE): 7% del valor de la venta ($TE * PEM * (1+GG+BI) * CA$)

Tasas de Inspección (TI): 4% del P.E.M. afectado por el coeficiente de adjudicación
($TI * PEM * CA$)

$$\text{Valor de venta} = PEM * (1+GG+BI) * CA$$

$$\text{Valor de venta} = CD + GGI * P + TE * PEM * (1+GG+BI) * CA + TI * PEM * CA$$

Igualando y despejando el coeficiente de adjudicación (CA):

$$CA = \frac{CD + GGI * P}{PEM * (1 + GG + BI) - TE * PEM * (1 + GG + BI) - TI * PEM}$$

$$CA = 0'99$$

4. CONCLUSIONES A LA MEMORIA CONSTRUCTIVA Y AL ANÁLISIS ECONÓMICO.

Con un coeficiente de adjudicación de 0'99, a pesar de reducir significativamente el plazo de 18 a 14 meses, se oferta una baja de solo un 1%, lo cual está muy lejos de las bajas con las cuales la administración contratante suele ejecutar las obras (están alrededor del 30-35 %). Lo anterior obligaría a admitir casi estos 30-35 puntos de riesgo, lo cual es demasiado, ya que lo frecuente es ofertar en torno a 15-20 puntos de riesgo.

Debido a esto, y para hacer más atractiva esta propuesta, se plantean en el siguiente apartado unas posibles consideraciones en la ejecución de la obra, para de esta forma ser más competitivos cuando el órgano de contratación tome la decisión de adjudicación.

4.1. Consideraciones.

Se desarrollan a continuación las diferentes consideraciones con las que se busca realizar una oferta más competitiva.

1) Reducción de 3 a 2 camiones en los equipos de transporte de material.

Durante la elaboración del trabajo se han considerado 3 camiones en los equipos de transporte, esto ha sido debido a que se ha considerado como distancia de referencia los puntos de la traza, se podría optimizar dicho trabajo y reducir un camión. Esto supondría una rebaja de un 33% en los costes de transporte imputados en las unidades de excavación.

- Unidad de excavación en roca con voladura:

Coste del transporte = 64.020'00 €

Ahorro = 33% de 64.020 € = 21.125'00 €

- Unidad de excavación en roca con martillo:

Coste del transporte = 18.150'00 €

Ahorro = 33% de 18.150 € = 6.000'00 €

- Unidad de excavación en tierras y tránsito:

Coste del transporte = 418.110'00 €

Ahorro = 33% de 18.150 € = 138.000'00 €

Por tanto, el ahorro de esta consideración será de: 21.125'00 + 6.000'00 + 138.000'00 = 165.125'00 € (ahorro del 3% en los costes directos totales).

2) No necesidad de compra de material de vertedero.

Se plantea no comprar de cantera para el relleno de terraplén y/o pedraplén, reduciendo de esta forma el vertedero en 16.000 m³.



Esto supondría un ahorro en la compra y transporte de dicho material desde la cantera, los cuales se cifraron en la unidad de relleno en terraplén y/o pedraplén en 112.406'00 € (ahorro del 2% en los costes directos totales).

- 3) Se considera que el material empleado para la formación del muro de escollera se utilizará de la propia obra, ya que tenemos excavación en roca.

Esta consideración supondría el ahorro de la unidad en la que se incluyen los bloques de escollera (6.500 m³), esta unidad se cuantificó en 107.415'66 € (ahorro del 2% en los costes directos totales).

- 4) El vertedero ha desaparecido

Debido a las consideraciones anteriores, nos hemos ahorrado 22.000 m³ (16.000+6.000) de compra de material que ha salido de nuestra propia obra, dado que se suponía que el vertedero sería de aproximadamente 21.000 m³, resulta que nos hemos quedado sin el vertedero, por lo que podemos ahorrarnos los costes de formación del mismo, este ahorro es de 25.480'00 € (ahorro del 0'5% en los costes directos totales).

- 5) Posible sustitución de tipología de muros.

Se continúa con la elaboración de un análisis de sustitución de la tipología de muros, para ello se realiza una comparativa en los costes por metro cuadrado de cada muro. Antes de continuar se destaca que el muro vegetado no podrá sustituir ni al de escollera ni al de hormigón en masa porque sería contraproducente debido al procedimiento constructivo, en el muro de escollera necesitamos proteger la urbanización que se encuentra detrás y en el muro de hormigón en masa el camino de acceso colindante al trazado. No se han considera los muros de escamas por formar parte de las estructuras.

Tipología	Volumen (m ³)	Ancho medio (m)	Superficie exterior (m ²)	P.E.M. (€)	C.D. (€)	€/m ²	
						P.E.M.	C.D.
Vegetado			1320	166178,10	152420,00	125,89	115,47
Escollera	6510	4,13	1576	290025,45	202743,66	183,99	128,62
HM	527	1,8	293	103242,80	113049,89	352,63	386,13

A la vista de los resultados anteriores, aunque el más económico es el vegetado, como ya se ha indicado no es posible la sustitución de los otros muros por esta tipología.

Se considera sustituir el muro de hormigón en masa por muro de escollera.

Este cambio supondría un ahorro para la propiedad de $(352'63-183'99) \text{ €/m}^2 * 293\text{m}^2 = 49.411'52 \text{ €}$, a descontar en el precio de la venta (en el P.E.M.).

Este cambio supondría un ahorro para el contratista de $(386'13-128'62) \text{ €/m}^2 * 293 \text{ m}^2 = 75.450'43 \text{ €}$, a descontar de los costes directos totales (ahorro del 0'5% en los costes directos totales).

6) Cambio del paquete de firmes.

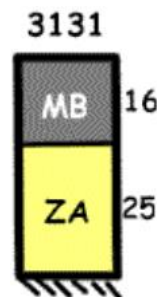
Dadas las características resistentes de los materiales utilizados para la formación de las explanadas en la región, y aunque el proyecto considera que se tendrá una explanada E-2, se puede asumir que dicha explanada será en realidad una explanada de tipo E-3.

Se realizarán los cálculos para el tronco, suponiéndole una longitud de 1.600 metros y una anchura de 8 metros. Considerando una categoría de tráfico T-31.

Para una explanada E-2, se ha considerado la sección de firme 3121.



Para una explanada E-3, y con tráfico T-31, se podría utilizar una sección de firme 3131.



La cual consiste en 16 centímetros de mezcla bituminosa sobre 25 centímetros de zahorra.

La consideración que se plantea consiste en el ahorro de 15 centímetros de zahorra, los cuales para mantener la cota de la rasante deberán ser sustituidos por 15 centímetros de terraplén y/o pedraplén.

Por tanto, el ahorro se calculará con el volumen de material a sustituir de zahorra por terraplén pedraplén en 15 centímetros de espesor, en una longitud de 1.6000 metros y con una anchura de 8 metros, lo que resulta un volumen total de 1920 m3.

Volumen (m3)	P.E.M. (€/m3)				C.D. (€/m3)			
	Zahorra	Terraplén	Diferencia	Ahorro	Zahorra	Terraplén	Diferencia	Ahorro
1920	23,25	1,58	21,67	41606,4	20,3	2	18,3	35136

Por tanto, esto supondría un ahorro para la propiedad de 41.606'40 €, y un ahorro para el contratista de 35.136'00 € (ahorro del 1'5% en los costes directos totales).

- 7) La última consideración es que durante la elaboración del trabajo se ha estimado un plazo total de la obra de 14 meses, asumiendo incluso un aumento por condiciones meteorológicas adversas. Se podría intentar aumentar los rendimientos para disminuir el plazo en un mes, lo cual es factible dada la holgura mencionada y supondría un ahorro de 25.000'00 € debido a los gastos de gestión interna de la empresa contratista (ahorro del 0'5% en los costes directos totales).

Descritas las consideraciones a adoptar, se detalla a continuación los costes ahorrados por el contratista y los precios que se deberían rebajar en el P.E.M.

Consideración	Ahorro Contrata (€)	Ahorro Propiedad (€)
1	165125	-
2	112406	-
3	107415,66	-
4	25480	-
5	75450,43	49411,52
6	35136	41606,4
7	25000	-
Total	546013,09	91017,92

A continuación, se repite el cálculo del coeficiente de adjudicación en el caso de aceptarse por válidas, para él se han actualizado tanto el P.E.M. como los costes directos.

Datos:

Presupuesto de Ejecución Material (PEM): $5.311.789'04 - 91.017'92 = \underline{5.220.771'12 \text{ €}}$

Gastos Generales (GG): 13%

Beneficio Industrial (BI): 6%

Costes Directos (CD): $5.266.890'69 - 546.013'09 = \underline{4.720.877'60 \text{ €}}$

Plazo de ejecución (P): 13 meses

Gastos de Gestión Interna (GGI): 25.000 €/mes

Tasas de Estructura (TE): 7% del valor de la venta ($TE * PEM * (1+GG+BI) * CA$)

Tasas de Inspección (TI): 4% del P.E.M. afectado por el coeficiente de adjudicación
($TI * PEM * CA$)

Valor de venta = $PEM * (1+GG+BI) * CA$

Valor de venta = $CD + GGI * P + TE * PEM * (1+GG+BI) * CA + TI * PEM * CA$

Igualando y despejando el coeficiente de adjudicación (CA):

$$CA = \frac{CD + GGI * P}{PEM * (1 + GG + BI) - TE * PEM * (1 + GG + BI) - TI * PEM}$$

$$CA = 0'90$$



Con las consideraciones planteadas se ha reducido el coste de adjudicación en un 9%, consiguiéndose una baja del 10%. Por ello, el riesgo a asumir en la oferta sería de un 20%, el cual es un valor alto pero aceptable.

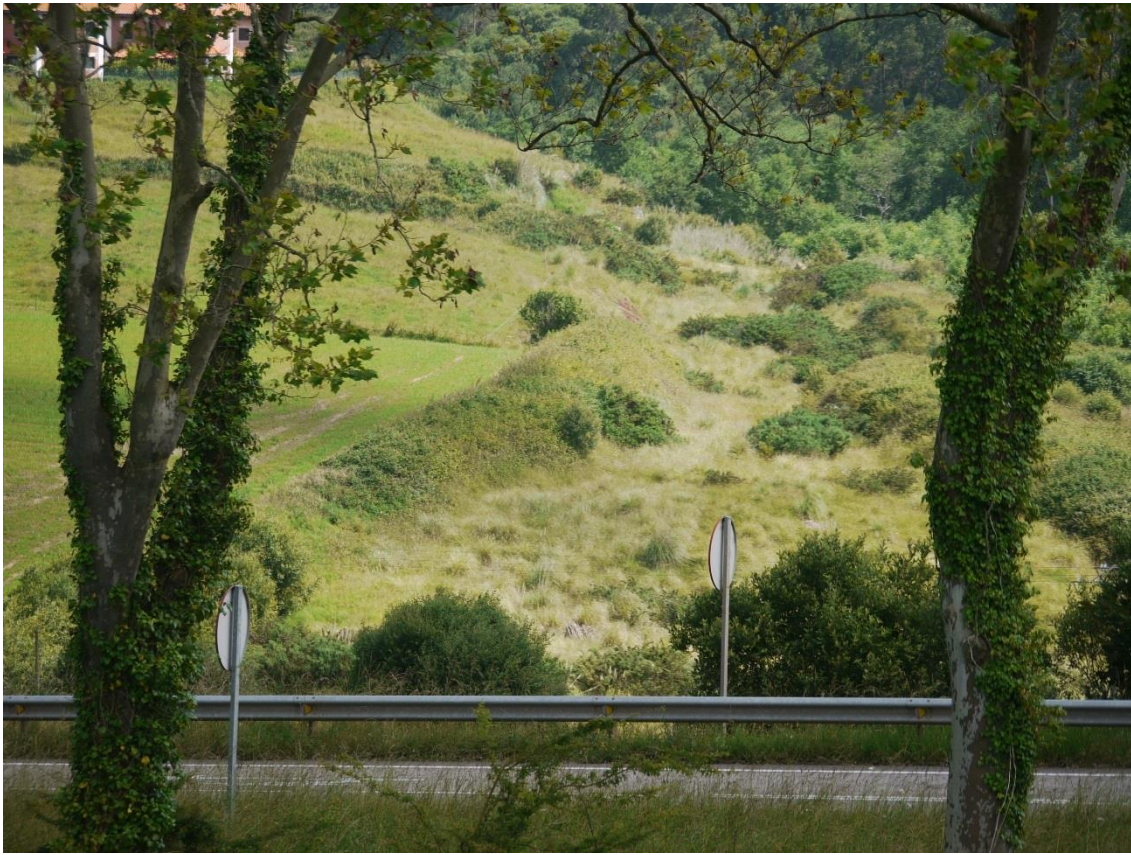
Se podría considerar que estas consideraciones no producen reducción en el precio de venta asociado. Ese impacto, en principio, será un resguardo que tendrá la Administración para contratar nuevas unidades y en general, incrementos de obra no contemplados en el proyecto y que la empresa constructora intentará “gestionar” para poder corregirlo.

5. ANEJO FOTOGRÁFICO.

5.1. Comienzo de la traza, P.K. 0+100.











5.2. Antes del muro de escollera, P.K. 0+500.







5.3. Muro de escollera P.K. 0+540.







5.4. Antes de la zona del Portillo, P.K. 1+400.





5.5. Zona el Portillo, P.K. 1+600.





















5.6. **Bóveda existente.**







5.7. Camino de acceso en el Portillo.



6. ANEJO PRESUPUESTARIO.

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 1 Explanaciones

Subcapítulo 1.1

Trabajos preliminares

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
			Formación del vertedero	-	-	-	25480,00
c300/0701	55165,000	m2	Desbroce del terreno	0,63	34753,95	0,35	19307,75
c301/0407.02	400,000	m3	Demolición por fragmentación mecánica	11,27	4508,00	9,33	3732,00
c305/0407	162,800	m3	Demolición de firme mediante fresado en frío	34,23	5572,64	30	4884,00
c306/0501.01	50,000	ud	Tala de árbol mediano con extracción de tocón	136,01	6800,50	80,00	4000,00
c306/0501.02	50,000	ud	Tala de árbol grande con extracción de tocón	186,01	9300,50	100,00	5000,00
c307/0407.01	10,000	ud	Poda selectiva de árbol mediano	172,44	1724,40	60,00	600,00
c307/0407.02	10,000	ud	Poda selectiva de árbol grande	414,18	4141,80	150,00	1500,00
c312/0601	20,000	ud	Retirada de elementos de señalización vertical, farolas y postes	24,97	499,40	20,00	400,00
c313/0501	120,000	m	Retirada de barrera de seguridad	5,42	650,40	4,00	480,00
Total subcapítulo=				67951,59		Total subcapítulo=	65383,75

Subcapítulo 1.2

Excavaciones

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c320/0701.02	19418,750	m3	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con explosivos	5,26	102142,63	7,3	141756,88
c320/0701.03	6657,750	m3	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en roca con martillo hidráulico acoplado a retroexcavadora.	12,19	81157,97	13,95	92875,61
c320/0701.04	152027,500	m3	Excavación de la explanación y préstamos. Excavación en tierras y tránsito.	2,05	311656,38	3,95	600508,63
c322/0407.01	171,030	m2	Excavación especial de taludes en roca. Separación entre ejes de taladros menor de 750 mm	10,58	1809,50	5,33	911,59
c322/0407.02	1368,240	m2	Excavación especial de taludes en roca. Separación entre ejes de taladros menor de 750 mm y 1000 mm	9,74	13326,66	4	5472,96
c322/0407.03	171,030	m2	Excavación especial de taludes en roca. Separación entre ejes de taladros menor de 1000 mm y 1250 mm	8,16	1395,60	3,2	547,30
Total subcapítulo=				511488,73		Total subcapítulo=	842072,96

Subcapítulo 1.3

Rellenos

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c30.2/0712	170180,000	m3	Relleno en terraplén y/o pedraplén con materiales procedentes de la excavación y/o de cantera	1,58	268884,40	2,66	452678,80
c660/0501.01	100,000	m3	Escollera en base de asiento de obras de fábrica	11,22	1122,00	16,5	1650,00
Total subcapítulo=				270006,40		Total subcapítulo=	454328,80

Total capítulo= 849446,73 Total capítulo= 1361785,51

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 2 Muros

Subcapítulo 2.1 Muros vegetados				Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
Código	Medición	UM	Unidad de Obra				
c420/0601.11	200,000	m	Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160	22,08	4416,00	20	4000,00
c423/0701.01	2830,000	m2	Lámina drenante	10,68	30224,40	16	45280,00
c664/0601.01	510,000	m2	Muro vegetado, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 0 y 6 m de altura	93,36	47613,60	72	36720,00
c664/0601.03	810,000	m2	Muro vegetado, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 6 y 9 m de altura	103,61	83924,10	82	66420,00
Total subcapítulo=				166178,10		Total subcapítulo=	152420,00
Subcapítulo 2.2 Muros de escollera				Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
Código	Medición	UM	Unidad de Obra				
c421/0407	960,000	m3	Relleno localizado de material drenante	17,03	16348,80	21,5	20640,00
c610/0501.M15	378,532	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	24684,07	64,85	24547,80
c661/0701.01	6510,040	m3	Muro de escollera	24,42	158975,18	16,5	107415,66
c610/0501.M20F99	660,000	m3	Hormigón en relleno de huecos de escollera	136,39	90017,40	75,97	50140,20
Total subcapítulo=				290025,45		Total subcapítulo=	202743,66
Subcapítulo 2.3 Muros de hormigón en masa				Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
Código	Medición	UM	Unidad de Obra				
c321/0601	804,600	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	2445,98	1,87	1504,60
c421/0407	341,000	m3	Relleno localizado de material drenante	17,03	5807,23	21,5	7331,50
c610/0501.M15	21,100	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	1375,93	64,85	1368,34
c610/0501.M25.B0	95,500	m3	Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante vertido	71,37	6815,84	76,69	7323,90
c610/0501.M25.B0	432,875	m3	Hormigón HM-25/B/20/I procedente de central puesto en obra mediante bombeo	82,13	35552,02	81,69	35361,56
c650/0601.01	1240,000	m2	Encofrado recto	20,70	25668,00	24	29760,00
c650/0601.05	380,000	m2	Chapado de piedra con mampuesto careado de espesor no inferior a 10 cm	67,31	25577,80	80	30400,00
Total subcapítulo=				103242,80		Total subcapítulo=	113049,89
Total capítulo=				559446,35		Total capítulo=	468213,55

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 3 Estructuras

Subcapítulo 3.1

Estructura 1 (PK 0+790)

Subcapítulo 3.1.1 Estribos y muros

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	7659,065	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	23283,56	1,87	14322,45
c332/0407	5018,006	m3	Relleno localizado	7,20	36129,64	2	10036,01
c420/0601.30	34,000	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro	11,53	392,02	15	510,00
c423/0701.01	460,957	m2	Lámina drenante	10,68	4923,02	16	7375,31
c600/0407.02	119243,217	Kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	120435,65	0,8	95394,57
c610/0501.A25B04	548,343	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	87,60	48034,85	83,38	45720,84
c610/0501.A30B26	584,304	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	90,94	53136,61	87,02	50846,13
c610/0501.M15	35,687	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	2327,15	64,85	2314,30
c610/0501.M20B01	4,612	m3	Hormigón HM-20 procedente de central puesto en obra mediante vertido	69,15	318,92	72	332,06
c663/0501.01	77,067	m2	Muro de escamas prefabricas de hormigón, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 0 y 6 m de altura	102,03	7863,15	90	6936,03
c663/0501.02	425,415	m2	Muro de escamas prefabricas de hormigón, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 6 y 9 m de altura	116,98	49765,05	90	38287,35
c663/0501.03	120,060	m2	Muro de escamas prefabricas de hormigón, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 9 y 12 m de altura	138,57	16636,71	90	10805,40
c663/0501.04	70,434	m2	Muro de escamas prefabricas de hormigón, correspondiente a la franja horizontal comprendida entre 12 y 15 m de altura	154,63	10891,21	90	6339,06
c663/0501.21	5017,520	m3	Relleno para trasdós de muro de escamas prefabricadas de hormigón	10,25	51429,58	16	80280,32
c680/0601.01	898,505	m2	Encofrado recto	20,70	18599,05	24	21564,12
c680/0601.08	542,234	m2	Encofrado recto con madera machihembrada	28,25	15318,11	29	15724,79
c680/0712.09/N	44,043	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada	33,14	1459,59	34	1497,46
c680/06001.12	18,066	m2	Encofrado perdido	27,30	493,20	19	343,25
c690/0601.01	493,663	m2	Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi	16,56	8175,06	4	1974,65
Total subcapítulo=					469612,12	Total subcapítulo=	410604,12

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Subcapítulo 3.1.2 Pila

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	304,850	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	926,74	1,87	570,07
c332/0407	236,399	m3	Relleno localizado	7,20	1702,07	2	472,80
c600/0407.02	18434,633	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	18618,98	0,8	14747,71
c610/0501.A25B04	64,980	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	87,60	5692,25	83,38	5418,03
c610/0501.A35B33,	30,625	m3	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	93,27	2856,39	91,09	2789,63
c610/0501.M15	3,481	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	227,00	64,85	225,74
c680/0601.01	45,600	m2	Encofrado recto	20,70	943,92	24	1094,40
c680/0712.11/N	83,278	m2	Encofrado visto para alzados de pilas con madera machihembrada	50,03	4166,40	34	2831,45
c671/0701.03	80,000	m	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable	519,99	41599,20	327,79	26223,20
c671/0701.50	4,000	ud	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico	687,94	2751,76	300	1200,00
c671/0701.82	1,000	ud	Traslado a obra y montaje de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares	5787,60	5787,60	6000	6000,00
c671/0701.85	1,000	ud	Traslado a obra y montaje de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares	2535,52	2535,52	2000	2000,00
c671/0701.90	1,000	ud	Traslado a obra de equipo de auscultación	463,01	463,01	400	400,00
Total subcapítulo=				88270,84		Total subcapítulo=	63973,03

Subcapítulo 3.1.3 Tablero

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c600/0407.02	29087,850	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	29378,73	0,8	23270,28
c610/0501.A35B33,	205,210	m3	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	93,27	19139,94	91,09	18692,58
c640/0701.11	1171,160	kg	Acero S 275 J2 G3 en estructura de acero	2,84	3326,09	2,1	2459,44
c640/0701.30	98860,490	kg	Acero S 355 J2 G1 W en estructura de acero	2,95	291638,45	2,15	212550,05
c688/0712/N	668,400	m2	Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta	80,85	54040,14	100	66840,00
c690/0601.02	668,400	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso	3,59	2399,56	10	6684,00
c692/0501.01	120,240	dm3	Apoyo de neopreno zunchado	33,61	4041,27	30	3607,20
Total subcapítulo=				403964,17		Total subcapítulo=	334103,55

Subcapítulo 3.1.4 Acabados

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c411/0712.24/N	4,000	ud	Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm	43,94	175,76	40,00	160,00
c570/0501/DC550	223,350	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5	10,08	2251,37	18,00	4020,30
c571/0701.08/N	223,350	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor en estructura	56,45	12608,11	35,00	7817,25
c694/0501/NA070	24,000	m	Junta de neopreno armado con 70 mm de movimiento máximo permitido	303,13	7275,12	300,00	7200,00
c695/0506/E.01	1,000	ud	Prueba de carga estática para la estructura de carretera E-1 en el PK 0+790	2967,18	2967,18	3000,00	3000,00
c697/0701.10/N	223,350	m	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos	69,25	15466,99	80,00	17868,00
c704/0701.47	223,350	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	192,62	43021,68	190,00	42436,50
c704/0701.49	4,000	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	267,64	1070,56	270,00	1080,00
c704/0712.80/N	223,350	m	Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente	113,43	25334,59	110,00	24568,50
Total subcapítulo=				110171,35		Total subcapítulo=	108150,55
Total subcapítulo=				1072018,48		Total subcapítulo=	916831,25

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Subcapítulo 3.2 Estructura 2 (PK 1+175)

Subcapítulo 3.2.1 Estribos

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	1253,954	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	3812,02	1,87	2344,89
c332/0407	1012,292	m3	Relleno localizado	7,20	7288,50	2	2024,58
c420/0601.30	28,000	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro	11,53	322,84	15	420,00
c423/0701.01	133,170	m2	Lámina drenante	10,68	1422,26	16	2130,72
c600/0407.02	42452,595	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	42877,12	0,8	33962,08
c610/0501.A25B04	191,750	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	87,60	16797,30	83,38	15988,12
c610/0501.A30B26,	264,795	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	90,94	24080,46	87,02	23042,46
c610/0501.M15	26,612	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	1735,37	64,85	1725,79
c680/0601.01	403,736	m2	Encofrado recto	20,70	8357,34	24	9689,66
c680/0601.08	276,244	m2	Encofrado recto con madera machihembrada	28,25	7803,89	29	8011,08
c680/0712.09/N	19,708	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada	33,14	653,12	34	670,07
c680/0601.12	19,080	m2	Encofrado perdido	27,30	520,88	19	362,52
c690/0601.01	247,577	m2	Impermeabilización de paramentos mediante brea-epoxi	16,56	4099,88	4	990,31
Total subcapítulo=					119770,98	Total subcapítulo=	101362,28

Subcapítulo 3.2.2 Pilas

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	710,099	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	2158,70	1,87	1327,89
c332/0407	599,169	m3	Relleno localizado	7,20	4314,02	2	1198,34
c600/0407.02	30096,016	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	30396,98	0,8	24076,81
c610/0501.A25B04	103,968	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	87,60	9107,60	83,38	8668,85
c610/0501.A35B33,	63,833	m3	Hormigón HA-35/B/20/IIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	93,27	5953,70	91,09	5814,55
c610/0501.M15	6,962	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	453,99	64,85	451,49
c680/0601.01	72,960	m2	Encofrado recto	20,70	1510,27	24	1751,04
c680/0712.11/N	148,940	m2	Encofrado visto para alzados de pilas con madera machihembrada	50,03	7451,47	34	5063,96
c671/0701.03	160,000	m	Pilote de hormigón armado moldeado in situ de 1250 mm de diámetro con entubación recuperable	519,99	83198,40	327,79	52446,40
c671/0701.50	8,000	ud	Auscultación de pilote mediante método ultrasónico	687,94	5503,52	300	2400,00
c671/0701.83	2,000	ud	Traslado entre tajos de equipo de pilotaje y sus elementos auxiliares	3196,96	6393,92	3000	6000,00
c671/0701.86	2,000	ud	Traslado entre tajos de equipo de lodos bentoníticos y sus elementos auxiliares	1267,76	2535,52	1000	2000,00
Total subcapítulo=					158978,09	Total subcapítulo=	111199,32

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Subcapítulo 3.2.3 Tablero

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c600/0407.02	48340,656	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	48824,06	0,8	38672,52
c610/0501.A35B33,	343,435	m3	Hormigón HA-35/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	93,27	32032,18	91,09	31283,49
c640/0701.11	1941,392	kg	Acero S 275 J2 G3 en estructura de acero	2,84	5513,55	2,1	4076,92
c640/0701.30	154919,018	kg	Acero S 355 J2 G1 W en estructura de acero	2,95	457011,10	2,15	333075,89
c688/0712/N	1088,400	m2	Semilosa de hormigón armado para tablero de estructura mixta	80,85	87997,14	100	108840,00
c690/0601.02	1088,400	m2	Impermeabilización de tableros de puentes mediante mortero bituminoso	3,59	3907,36	10	10884,00
c692/0501.01	179,040	dm3	Apoyo de neopreno zunchado	33,61	6017,53	30	5371,20
Total subcapítulo=					641302,93	Total subcapítulo=	532204,03

Subcapítulo 3.2.4 Acabados

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c411/0712.24/N	6,000	ud	Sumidero en tablero de puente con rejilla de fundición de 30x30 cm	43,94	263,64	40,00	240,00
c570/0501/DC550	211,400	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5	10,08	2130,91	18,00	3805,20
c571/0701.08/N	211,400	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 3,5 cm de espesor en estructura	56,45	11933,53	35,00	7399,00
c694/0501/NA100	24,000	m	Junta de neopreno armado con 100 mm de movimiento máximo permitido	417,90	10029,60	400,00	9600,00
c695/0506/E.02	1,000	ud	Prueba de carga estática para la estructura de carretera E-2 en el PK 1+175	2967,18	2967,18	3000,00	3000,00
c697/0701.10/N	211,400	m	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos	69,25	14639,45	80,00	16912,00
c704/0701.47	211,400	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	192,62	40719,87	190,00	40166,00
c704/0701.49	4,000	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	267,64	1070,56	270,00	1080,00
c704/0712.80/N	211,400	m	Barrera semi-rígida metálica en tablero de puente	113,43	23979,10	110,00	23254,00
Total subcapítulo=					107733,84	Total subcapítulo=	105456,20
Total subcapítulo=					1027785,84	Total subcapítulo=	850221,83

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Subcapítulo 3.3 Bóvedas en rotonda (PK 1+620)

Subcapítulo 3.3.1 Estructura Norte

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	231,000	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	702,24	1,87	431,97
c332/0407	154,615	m3	Relleno localizado	7,20	1113,23	2	309,23
c334/0407	126,800	m3	Relleno de material drenante	16,75	2123,90	21,5	2726,20
c420/0601.30	14,000	m	Tubo dren de 160 mm de diámetro	11,53	161,42	15	210,00
c422/0407/F-1	97,800	m2	Geotextil como elemento filtro. Grupo 1	1,14	111,49	1	97,80
c600/0407.02	31659,748	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	31976,35	0,8	25327,80
c610/0501/A30B26,	320,045	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	90,94	29104,89	87,02	27850,32
c610/0501.M15	5,990	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	390,61	64,85	388,45
c650/0601.05	147,000	m2	Chapado de piedra con mampuesto careado de espesor no inferior a 10 cm	67,31	9894,57	80	11760,00
Anclaje a elementos estructurales existentes, incluyendo perforación con broca de diamante, limpieza del taladro, adhesivo químico, barra de acero corrugado, todos los materiales y operaciones necesarias para su total ejecución				31,37	2070,42	25	1650,00
c675/0712.21/N	66,000	ud					
c680/0601.01	731,050	m2	Encofrado recto	20,70	15132,74	24	17545,20
c680/0601.03	56,000	m2	Encofrado curvo	26,84	1503,04	27	1512,00
c680/0601.08	47,250	m2	Encofrado recto con madera machihembrada	28,25	1334,81	29	1370,25
c680/0712.09/N	83,250	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada	33,14	2758,91	34	2830,50
c681/0501.01	775,275	m3	Cimbra	8,01	6209,95	8	6202,20
c690/0601.01	81,800	m2	Impermeabilización de paramentos mediante breá-epoxi	16,56	1354,61	4	327,20
c695/0506/E.03	1,000	ud	Prueba de carga estática para la estructura de carretera "Rotonda Norte"	1483,59	1483,59	1000	1000,00
c697/0701.10/N	23,000	m	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos	69,25	1592,75	80	1840,00
c704/0701.47	23,000	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	192,62	4430,26	190	4370,00
c704/0701.49	2,000	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	267,64	535,28	270	540,00
Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotoperusión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Norte", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto				4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
c900/0701/10N	1,000	ud					
Partida alzada de abono íntegro para la demolición de un voladizo del tablero del puente actual del Portillo, incluso transporte de los productos resultantes a vertedero, todos los materiales, medios y operaciones necesarias para su total ejecución				6000,00	6000,00	6000,00	6000,00
c900/0701/12N	1,000	ud					
Total subcapítulo=				124485,05		118789,12	

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Subcapítulo 3.3.2 Estructura Sur

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c321/0601	641,250	m3	Excavación en zanjas y pozos	3,04	1949,40	1,87	1199,14
c332/0407	442,380	m3	Relleno localizado	7,20	3185,14	2	884,76
c600/0407.02	58661,464	kg	Acero B 500 S en barras corrugadas	1,01	59248,08	0,8	46929,17
c610/0501.A30B26/	500,656	m3	Hormigón HA-30/B/20/IIIa procedente de central puesto en obra mediante bombeo	90,94	45529,66	87,02	43567,09
c610/0501.M15	15,999	m3	Hormigón HM-15 procedente de central puesto en obra mediante vertido	65,21	1043,29	64,85	1037,54
c650/0601.05	240,000	m2	Chapado de piedra con mampuesto careado de espesor no inferior a 10 cm	67,31	16154,40	80	19200,00
c680/0601.01	672,930	m2	Encofrado recto	20,70	13929,65	24	16150,32
c680/0601.03	198,000	m2	Encofrado curvo	26,84	5314,32	27	5346,00
c680/0601.08	90,675	m2	Encofrado recto con madera machihembrada	28,25	2561,57	29	2629,58
c680/0712.09/N	187,200	m2	Encofrado curvo con madera machihembrada	33,14	6203,81	34	6364,80
c681/0501.01	1053,000	m3	Cimbra	8,01	8434,53	8	8424,00
c695/0506/E.04	1,000	ud	Prueba de carga estática para la estructura de carretera "Rotonda Sur"	1483,59	1483,59	1000	1000,00
c697/0701.10/N	88,000	m	Imposta prefabricada de hormigón armado de las formas y dimensiones indicadas en los planos	69,25	6094,00	80	7040,00
c704/0701.47	44,000	m	Pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	192,62	8475,28	190	8360,00
c704/0701.49	4,000	ud	Remate final de pretil metálico tipo PMC 2/10a, termolacado y pintado	267,64	1070,56	270	1080,00
			Partida alzada de abono íntegro para la ejecución de sondeos a rotoperCUSión en la zona de ubicación de las cimentaciones de la estructura "Rotonda Sur", con el fin de verificar la continuidad del sustrato rocoso en profundidad, según estudio geotécnico del proyecto				
c900/0701/11N	1,000	ud		4500,00	4500,00	4500,00	4500,00
Total subcapítulo=					185177,27	Total subcapítulo=	173712,38
					309662,32	Total subcapítulo=	292501,50
Total capítulo=					2409466,64	Total capítulo=	2059554,58

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 4 Drenaje

Subcapítulo 4.1 Cunetas y zanjas drenantes				Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
Código	Medición	UM	Unidad de Obra				
c400/0701.01	260,000	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-75	17,11	4448,60	12,5	3250,00
c400/0701.02	540,000	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-100	19,90	10746,00	15	8100,00
c400/0701.03	760,000	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo VA-125	21,91	16651,60	17,5	13300,00
c400/0701.13	100,000	m	Cuneta de hormigón ejecutada en obra tipo R-50	12,41	1241,00	11,5	1150,00
c402/0501.11	1280,000	m	Formación de cuneta en tierra, tipo TT-100	0,38	486,40	3	3840,00
c402/0501.13	640,000	m	Formación de cuneta en tierra, tipo TT-150	0,93	595,20	3	1920,00
c403/0701	647,500	m2	Trasdosado de cuneta	10,98	7109,55	10	6475,00
c404/0501.01	391,000	m	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-50	33,92	13262,72	31	12121,00
c404/0501.02	10,000	m	Bajante prefabricada de hormigón tipo BT-100	50,45	504,50	45	450,00
c570/0501/DC950	740,000	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5	14,54	10759,60	21	15540,00
c420/0601.09	861,000	m	Zanja drenante con dren profundo. D-160	19,08	16427,88	18	15498,00
c420/0601.11	369,000	m	Zanja drenante con dren profundo y geotextil. DG-160	22,08	8147,52	19	7011,00
c420/0601.40	880,000	m	Cuneta ecológica de infiltración con canal-colector sencillo	49,89	43903,20	40	35200,00
Total subcapítulo=					134283,77	Total subcapítulo=	123855,00
Subcapítulo 4.2 Tubos, arquetas y sumideros				Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
Código	Medición	UM	Unidad de Obra				
c410/0407/PRH08	1,000	ud	Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 100x160 cm2, con rejilla	1705,28	1705,28	1700	1700,00
c410/0407/PRH12	4,000	ud	Pozo de registro de hormigón de dimensiones interiores de 120x210 cm2, con rejilla	2335,28	9341,12	2300	9200,00
c415/0701/HAR10	12,000	m	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1000 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento	198,21	2378,52	200	2400,00
c415/0701/HAR15	54,000	m	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1500 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento	350,24	18912,96	350	18900,00
c415/0701/HAR18	138,000	m	Tubo de hormigón armado de la clase II ASTM de diámetro nominal 1800 mm, en sección reforzada, con hormigón en lecho de asiento	438,58	60524,04	400	55200,00
PU_2	1,000	ud	Boquilla para caño de 1000 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30º	1599,32	1599,32	1500	1500,00
PU_4	4,000	ud	Boquilla para caño de 1500 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30º	2573,70	10294,80	2500	10000,00
PU_5	6,000	ud	Boquilla para caño de 1800 mm de diámetro, con ángulo de aleta de 30º	3279,34	19676,04	3300	19800,00
C657/0712.01/N	11,250	m3	Encachado con cantos de río unidos con hormigón	208,58	2346,53	90	1012,50
Total subcapítulo=					126778,61	Total subcapítulo=	119712,50
Total capítulo=					261062,38	Total capítulo=	243567,50

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 5 Firmes

Subcapítulo 5.1 Calzadas y arcenes

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c510/0701.03	10405,992	m3	Zahorra artificial fabricada en central con áridos clasificados	23,25	241939,31	20,3	211241,64
c530/0601.01	28,369	t	Emulsión bituminosa ECI en riego de imprimación	400,03	11348,45	450	12766,05
c530/0601.03	23,641	t	Árido de cobertura en riego de imprimación	14,59	344,92	7	165,49
c531/0601	21,213	t	Emulsión bituminosa ECR-1 en riego de adherencia	429,97	9120,95	250	5303,25
c542/0601.02	140,760	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de rodadura	23,64	3327,57	32	4504,32
c542/0601.03	3241,964	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa intermedia	19,36	62764,42	24	77807,14
c542/0604.04	4401,084	t	Mezcla bituminosa en caliente, en capa de base	17,61	77503,09	24	105626,02
c542/0601.07	346,587	t	Betún de cualquier penetración	399,97	138624,40	450	155964,15
c543/0501.02	20989,196	m2	Mezcla bituminosa discontinua en caliente tipo F para capa de rodadura, de 3 cm de espesor	1,79	37570,66	1,13	23717,79
c542/0601.08	92,562	t	Betún asfáltico modificado con polímeros BM-3b	481,75	44591,74	650	60165,30
Total subcapítulo=				627135,53		Total subcapítulo=	657261,14

Subcapítulo 5.2 Isletas y aceras

Código	Medición	UM	Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)	Coste Unitario (€/UM)	Importe (€)
c561/0701.07	173,650	m2	Pavimento peatonal con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón	64,44	11190,01	40	6946,00
c561/0701.15	209,278	m2	Pavimento para vehículos con piezas prefabricadas coloreadas con lecho de asiento de hormigón	72,55	15183,12	50	10463,90
c570/0501/DA250	210,500	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa A2-R5	8,55	1799,78	15	3157,50
c570/0501/DC550	100,000	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C5-R5	10,08	1008,00	18	1800,00
c570/0501/DC950	221,490	m	Bordillo prefabricado de hormigón recto o curvo de doble capa C9-R5	14,54	3220,46	21	4651,29
c571/0701.07	100,000	m2	Acera de baldosa de terrazo bicapa de 5 cm de espesor	40,03	4003,00	35	3500,00
Total subcapítulo=				36404,36		Total subcapítulo=	30518,69

Total capítulo= 663539,89 **Total capítulo= 687779,83**

Capítulo 6 Señalización, balizamiento y defensa

Subcapítulo 6.1 Marcas viales provisionales

Total subcapítulo= 4074,26

Subcapítulo 6.2 Señalización vertical y balizamiento

Total subcapítulo= 33555,34

Subcapítulo 6.3 Barreras de seguridad

Total subcapítulo= 45465,15

Total capítulo= 83094,75 **Total capítulo= 58166,33**

Capítulo 7 Iluminación

Subcapítulo 7.1 Obra civil

Total subcapítulo= 28621,91

Subcapítulo 7.2 Columnas y luminarias

Total subcapítulo= 31017,73

Subcapítulo 7.3 Material eléctrico

Total subcapítulo= 11272,24

Total capítulo= 70911,88 **Total capítulo= 49638,32**

GESTIÓN DE PROYECTOS. VARIANTE ESTE DE COMILLAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER – ARTURO DÍAZ SAN EMETERIO



Capítulo 8 Restauración paisajística							
Subcapítulo 8.1	Preparación y siembras			Total subcapítulo=	78191,33		
Subcapítulo 8.2	Plantaciones			Total subcapítulo=	51553,60	Coeficiente (%)=	70
Subcapítulo 8.3	Seguimiento arqueológico y medioambiental			Total subcapítulo=	79102,50		
				Total capítulo=	208847,43	Total capítulo=	146193,20
Capítulo 9 Varios							
Subcapítulo 9.1	Cerramientos			Total subcapítulo=	19940,20	Coeficiente (%)=	90
Subcapítulo 9.2	Protección de tuberías			Total subcapítulo=	87075,00		
				Total capítulo=	107015,20	Total capítulo=	96313,68
Capítulo 10 Actuaciones durante el periodo de garantía							
Subcapítulo 10.1	Limpieza de cunetas y firmes			Total subcapítulo=	7214,30		
Subcapítulo 10.2	Siegas y desbroces			Total subcapítulo=	13328,10		
Subcapítulo 10.3	Marcas viales definitivas			Total subcapítulo=	9832,98	Coeficiente (%)=	100
Subcapítulo 10.4	Mantenimiento de señalización, balizamiento, defensa e iluminación			Total subcapítulo=	3187,29		
				Total capítulo=	33562,67	Total capítulo=	33562,67
Capítulo 11 Señalización de obra							
Subcapítulo 11.1	Marcas viales de obra			Total subcapítulo=	6962,00	Coeficiente (%)=	80
Subcapítulo 11.2	Señalización vertical y balizamiento de obra			Total subcapítulo=	9436,03		
				Total capítulo=	16398,03	Total capítulo=	13118,42
Capítulo 12 Partidas alzadas							
	Código	Medición	UM Unidad de Obra	Precio de proyecto (€/UM)	Importe (€)		
	c901/0601	1,000	Partida alzada de abono íntegro según presupuesto del ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	28997,10	28997,10	Coeficiente (%)=	100
	c902/0601	1,000	Partida alzada de abono íntegro para la limpieza y terminación de las obras	20000,00	20000,00		
				Total capítulo=	48997,10	Total capítulo=	48997,10
				P.E.M.=	5311789,04	Σ C.D.=	5266890,69